LEWIS HERBER

STIKKENDE STEDEN

HUN TOENEMENDE ONLEEFBAARHEID DOOR:
VERONTREINIGING VAN LUCHT EN WATER,
PSYCHISCHE SPANNINGEN,
GELUIDSHINDER,
ZIEKTEDREIGING,
CHAOTISCH VERKEER.

STIKKENDE STEDEN

aan mijn dochter Debby

LEWIS HERBER

STIKKENDE STEDEN

Vertaald en bewerkt door

A. HUGUENOT VAN DER LINDEN

Met een hoofdstuk over
de luchtverontreiniging in Nederland door

IR. L. J. BRASSER
Hoofd afdeling buitenlucht
van het Instituut voor gezondheidstechniek T.N.O.



H. J. W. BECHT'S UITGEVERSMAATSCHAPPIJ N.V.
AMSTERDAM

Oorspronkelijke titel
CRISIS IN OUR CITIES

Omslagontwerp
C. VAN POELWIJCK

De in dit boek opgenomen foto's zijn o.m. afkomstig van: Anefo, Anpfoto, Henk Brusse, Cor Jaring, Nationaal Foto Persbureau en T. Slagboom.

Ondanks zeer zorgvuldig naspeuren is het niet in alle gevallen mogelijk gebleken de bezitters van het copyright te achterhalen. Voor zover dit niet is gelukt, verzoeken wij eventuele belanghebbenden zich met de uitgever in verbinding te stellen.

Inhoud

A. HUGUENOT VAN DER LINDEN

In Londen hoesten de vogeltjes

'Londen is een prachtige stad, waar je 's morgens gewekt wordt door het gehoest van de vogeltjes.' Deze galgehumor, toegeschreven aan Danny Kaye en in Nederland nog onlangs voor de TV aangehaald door het hoofd van de afdeling Longziekten van het Academisch Ziekenhuis te Groningen, prof. dr. N. G. M. Orie, is typerend voor een der naargeestigste facetten van het in dit boek behandelde probleem van de 'Stikkende steden': het euvel van de luchtverontreiniging. De bezoedeling van de atmosfeer is overigens een kwaad dat zich al lang niet meer tot de stad Londen beperkt. Het begint ook voor tal van andere grote steden een lugubere bedreiging te vormen. Helaas is het bizarre beeld van de 'tevergeefs naar schone lucht happende vogeltjes' in onze dagen dan ook op tal van reuzensteden van toepassing.

De beangstigende problematiek van deze 'Stikkende steden', zoals die in Lewis Herbers boek op zo magistrale wijze naar voren wordt gebracht, beperkt zich echter geenszins tot het schrikbeeld van massale luchtverontreiniging. Hoe belangrijk op zichzelf ook, toch vormt deze slechts een van de *talrijke* dreigende aspecten van de toenemende 'onleefbaarheid' van een aantal der grootste en befaamdste steden ter wereld.

'Stikkende steden' handelt in de eerste plaats over de verontrustende problemen die samenhangen met de zich in snel tempo voltrekkende 'totale urbanisatie' van tal van deze *Amerikaanse* steden, die bezig zijn samen te klonteren tot onmetelijke conglomeraten. Maar ook in dit tijdperk van het straalverkeer is Amerika geografisch nog altijd ver weg, en wij zouden dus kunnen volstaan met de Amerikanen het beste te wensen bij de oplossing van hun probleem, om vervolgens over te gaan tot de gezapige orde van de Nederlandse dag – in het plezierige bewustzijn dat wij in Nederland niet over zulke enorme steden beschikken en dat wij dus ook wel voor al die 'typisch Amerikaanse' problemen gespaard zullen blijven. Zoals verderop duidelijk zal worden zou dit echter een bijzonder kortzichtige zienswijze zijn. Reeds bij oppervlakkige kennismaking met Lewis Herbers boek zal de Nederlander tot de pijnlijke ontdekking komen dat de leuze '*it can't happen here*' in meer dan een opzicht misplaatst zou zijn.

De in 'Stikkende steden' behandelde problematiek is er een, die op het ogenblik het voorwerp is van voortdurende zorg van de Amerikaanse president, van de volksvertegenwoordiging der V.S., van federale overheidsinstanties, stadsbesturen en wetenschappelijke instellingen. Maar ook in andere landen beginnen zowel artsen als sociologen, planologen en vervoersdeskundigen zich zorgen te maken. En wat onze jongere generaties betreft, wier toekomst zich in een steeds sterker verstedelijkte samenleving zal afspelen, zij hebben niet ten onrechte het gevoel dat er met de stinkende, vervuilde, opgepropte en door zichtbare en onzichtbare machines geringeloorde moderne grote stad iets 'grondig mis' is. Afgezien van de verontreiniging van het levensmilieu worden de simpele levensblijheid en de vreugde in het werk in onze als olievlekken uitdijende, steeds meer 'verstedelijkende' samenlevingen door psychische spanningen en lichamelijke of emotionele 'stress'-verschijnselen op een zware proef gesteld.

Vormen de 'Stikkende steden' van Amerika nu ook voor Nederland een teken aan de wand? Uitgever en bewerker van dit boek zijn van mening dat dit zonder enige twijfel het geval is. Weliswaar liggen de vraagstukken die hier in het geding zijn in sommige opzichten voor ons land aanmerkelijk gunstiger (de door de kleine afmetingen van ons grondgebied geschapen noodzaak om met elkaars belangen rekening te houden heeft hier te lande veel meer dan in de Verenigde Staten – waar altijd wel een ruimtelijke uitwijkmogelijkheid bestond – tot stringente overheidsvoorschriften geleid), maar daar staat tegenover dat zich op ons beperkte grondgebied in het jaar 1990 naar schatting *vijf miljoen* automobielen zullen bewegen, om nu maar eens een bepaald aspect te noemen. En dat Nederland – althans de zich vormende 'Randstad Holland' – geografisch een zo uitzonderlijk gunstige, mensen, verkeer en industrie aantrekkende ligging op het Europese vasteland vertegenwoordigt, dat wij ons wel eens tot de grootste *'megalopool'* (om Herbers terminologie te gebruiken) ter wereld zouden kunnen ontwikkelen!

De technologische en sociale problematiek waarmee Nederland in dit opzicht reeds lang voor het jaar 2000 te maken krijgt, begint zich thans reeds duidelijk te manifesteren, en vormt dan ook het onderwerp van een toenemend aantal congressen en symposia. Voorlopig zijn er echter slechts weinigen die verder dan het jaar 2000 durven kijken! Een man als dr. L. Burema, directeur van de G.G. & G.D. te Rotterdam, heeft daaromtrent op de Zuidhollandse provinciale gezondheidsdag 1964 opgemerkt: *'Wanneer we . . . een sprong van 200 jaar in de toekomst maken, is Nederland misschien de grootste metropool ter wereld, en mis-*

schien tevens de eerste metropool die ondergaat aan luchtverontreiniging, als wij nu niet reeds het milieu, waarin wij dagelijks moeten verkeren, leefbaar houden'.

Een ander probleem waarmede Nederland evenals Amerika in toenemende mate wordt geconfronteerd is dat van de *waterverontreiniging*. Ook in Nederland is massale vissterfte door vergiftiging of zuurstofgebrek van het oppervlaktewater geen onbekend verschijnsel meer; ook bij ons begint er benzine in het grondwater te infiltreren en het zal nog geruime tijd duren eer 'het grootste riool van Europa' – dat 'bij Lobith ons land binnenkomt' – door krasse maatregelen althans iets van zijn waardigheid als de koningin der Westeuropese rivieren zal hebben herwonnen. In een soortgelijke, ongunstige positie verkeert de stinkende Zaan. Alleen al een doelmatige zuivering van de Rijn bij Lobith zou naar schatting meer dan een miljard per jaar vergen! De immense hoeveelheden water waar het hier om gaat blijken uit het feit dat de totale hoeveelheid die jaarlijks door de Rijn bij Lobith wordt afgevoerd, ruim zes maal zo groot is als de totale jaarlijkse hoeveelheid nuttige neerslag op het Nederlandse grondgebied. Alleen al het afvalwater van de Veenkoloniale Groningse industrie heeft het zelfde verontreinigende vermogen als het huishoudelijk afvalwater van 15 miljoen Nederlanders. Noord-Willemskanaal, Hoogeveensche vaart, Drentsche hoofdvaart en een aantal andere vaarten lijden periodiek, dan wel permanent, aan zuurstofgebrek door sterke vervuiling – waarvan de in de Drentsche hoofdvaart omgekomen vis had kunnen 'meepraten' – als zij het had overleefd. Weliswaar staan in Nederland thans wettelijke maatregelen ter bestrijding van de waterverontreiniging op stapel – voor zover zij inmiddels niet reeds getroffen zijn – en beschikt ons land in het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater te Voorburg (het 'RIZA') over een zeer actieve en deskundige 'rem', maar dat neemt niet weg dat ook deskundigen zoals de directeur van dit instituut, ir. K. C. Zijlstra, de toestand vol gevaren achten. 'Meer en meer wordt men er zich van bewust' – aldus ir. Zijlstra in het verslag van de Vierde Drentse Provinciale Gezondheidsdag – 'dat de achteruitgang van de kwaliteit van het oppervlaktewater in Nederland wel eens een remmende invloed zou kunnen hebben op het welstandsniveau waarop het Nederlandse volk wenst (en gewend is) te leven'.

Ziet men het Nederland van de toekomst als de geweldige, sterk geïndustrialiseerde, door enkele tientallen miljoenen mensen bewoonde, maar door groen onderbroken 'megalopool', dan is het duidelijk dat de problematiek van de aaneengroeiende monstersteden van de Amerikaanse Oost- en Westkust zich – naar

men mag hopen: in gematigde vorm – ook in Nederland gaat voordoen. Zoals ook ir. Brasser in zijn (op een logische plaats in dit boek ingevoegde) hoofdstuk over de luchtverontreiniging in Nederland opmerkt, mag men zeker niet alle Amerikaanse omstandigheden klakkeloos op Nederland overdragen. Bij sommige passages van dit boek zal de Nederlander bijna letterlijk 'verlicht adem kunnen halen', aangezien op het terrein van de betreffende bedreiging hier te lande reeds een gedegen stuk wetgeving bestaat of in de maak is. Zo zijn b.v. de privé-verbrandingsoventjes (incinerators) die in tal van Amerikaanse achtertuintjes gemeengoed zijn, in de Nederlandse steden vrijwel onbekend en trouwens verboden. Gemeentelijke vuilverwijdering is in onze steden een normale zaak; in een grote Amerikaanse stad als Los Angeles is de huisvuilophaaldienst op het moment waarop dit boek verschijnt echter amper twee jaar oud! Talloze Amerikaanse buitenwijk- en voorstadbewoners zorgen thans nog steeds zelf voor de verwijdering of verbranding van het huisvuil. Wat ons drinkwater betreft: het gros van de Nederlandse gemeenten is aangesloten op drinkwaterleidingen die door de overheid worden beheerd, althans onder strenge overheidscontrole staan. Septic tanks en putten, als waterbronnen voor woningprojekten in buitenwijken of voorsteden, zal men in Nederland niet of nauwelijks aantreffen; in Amerika komen zij veelvuldig voor.

Dit alles neemt niet weg dat er in de komende jaren miljarden zullen moeten worden geïnvesteerd om alleen al de Randstad Holland van drinkwater van behoorlijke kwaliteit (en in voldoende hoeveelheden) te voorzien. Als gevolg van het voortschrijden van onze technische civilisatie, die automatisch tot een hoger waterverbruik leidt, mag nog een zeer sterke stijging van de huidige behoeften worden verwacht.

Lewis Herbers 'Stikkende steden' biedt, afgezien van de verdiensten welke dit doorwrochte werk *op zichzelf* heeft, een buitengewoon belangwekkende *vergelijkingsmogelijkheid* met de zich in ons land ontwikkelende feitelijke situaties en tendensen. Het is geen geheim dat men in Amerika ons land in menig opzicht benijdt om onze mogelijkheden bij de ontwikkeling van onze grootstedelijke zones niet dezelfde fouten te maken als in de Verenigde Staten zijn begaan. De ontwikkeling in de Randstad en de industrialisatie in de grensprovincies van ons land worden ook in de Verenigde Staten nauwlettend gevolgd, en in menig opzicht wordt Nederland ten voorbeeld gesteld; men is hier kennelijk bezig de zaken planmatig, verstandig en deskundig aan te pakken. Dat neemt niet weg dat niemand de toekomst kan voorspellen, en dat ons dichtbevolkte Nederland geleidelijk een hoge graad van kwets-

baarheid zal gaan vertonen, zodat catastrofale situaties binnen het bereik der mogelijkheden komen. Faktoren zoals de veelal weerzinwekkende vervuiling van stadsstraten, de toeneming van de verkeerschaos en het stijgen van de psychische spanningen zijn trouwens steeds moeilijker onder controle te brengen.

Men kan zich op dit punt de vraag stellen wat nu eigenlijk de zin is van de toenemende industrialisatie en van de onherroepelijk daarmee samenhangende verstedelijking van Nederland. Het antwoord luidt dat deze slechts dan zin hebben, wanneer zij bijdragen tot het levensgeluk van onze bevolking, voor zover dat afhankelijk is van goed wonen, goede arbeidsvoorzieningen en goede recreatiemogelijkheden. Maar dat betekent zonder twijfel dat wij alle zeilen zullen moeten bijzetten om de daartoe noodzakelijke levensvoorwaarden te scheppen en onze gemeenschappelijke megalopool 'leefbaar' te houden.

Het zou in dit verband onjuist zijn de betreurenswaardige gebeurtenissen die zich in de zomer van 1966 in Amsterdam afspeelden slechts te zien als de manifestatie van een 'gezagscrisis'. Voor zover geen andere oorzaken in het spel waren, houden die gebeurtenissen waarschijnlijk toch ook verband met frustraties en ander faktoren, zoals die ook in grote Amerikaanse steden een rol spelen en waarvan Herber in dit boek zulke frappante voorbeelden geeft. Amsterdam is zowel door haar bouw als door haar veelzijdige aard in diverse opzichten zeer kwetsbaar en misschien wel een der Europese hoofdsteden die het meest aan de qualificatie van een 'stikkende', althans bedreigde stad voldoet. Niet alleen is de hoofdstad het grootste industriële centrum van ons land, maar bovendien het grootste financieel-economische en commerciële centrum. Voorts is het de stad met de grootste studentenmaatschappij en met een enorme concentratie van beoefenaren van de intellectuele, vrije en kunstzinnige beroepen. Een stad, bovendien, met een intens politiek leven en met een bevolking die ook reeds in het verleden als 'lastig' gold.

Al deze factoren stempelen Amsterdam met ere tot een hoofdstad, maar zij maken haar ook bijzonder kwetsbaar. Als graadmeter voor de geestelijke volksgezondheid in een snel urbaniserend Nederland is de hoofdstad dan ook stellig van bijzonder belang, en het is in dit opzicht een teken aan de wand dat de stad de laatste jaren diverse 'verstikkingsverschijnselen' is gaan vertonen. Zij maakt de indruk 'harder' te zijn geworden; in tegenstelling tot de wijd verbreide opinie, zijn levensblijheid en gemoedelijkheid in het moderne Amsterdam vaak ver te zoeken; woning- en verkeersproblemen dragen ongetwijfeld bij tot de toenemende prikkelbaarheid. Het hanteren van objectieve normen is hier uiter-

aard moeilijk, zo niet onmogelijk; de kans lijkt echter groot dat sommige van de vraagstukken die met de problematiek van de 'Stikkende steden' samenhangen, zich in Amsterdam sneller en scherper zouden manifesteren dan in de rest van het land. Zowel voor Amsterdam als voor de andere grote steden van de Randstad, en in feite voor de gehele Nederlandse bevolking, vormt Herbers boek mijns inziens dan ook inderdaad een duidelijke waarschuwing, een mene tekel, een spiegel waarin wij goed zouden doen een blik te werpen, omdat wij er een deel van onze problemen in zouden herkennen.

Als wij het beeld van Danny Kayes 'hoestende vogeltjes' uit het begin van deze inleiding in overdrachtelijke zin mogen gebruiken, en er niet alleen het luchtverontreinigingsvraagstuk, maar de gehele benauwende problematiek van de 'stikkende steden' in geconcentreerd, geprojecteerd en getypeerd mogen zien, dan kan men slechts hopen dat de benauwdheid welke deze diertjes volgens Danny Kaye in Londen zou teisteren, nimmer bezit zal nemen van het Amsterdamse Vondelpark, het Haagse Bos of Rotterdams 'Park aan de Heuvel'. Om dat blijde resultaat te bewerkstelligen zal er echter heel wat moeten gebeuren.

Een poging om het onheil af te wenden is de in september 1966 verschenen regeringsnota over de 'ruimtelijke ordening'. Zij gaat uit van drie reusachtige urbanisatiegebieden: een noordelijke zone (de provincie Groningen), een middenzone van de Noordhollandse kust over Amsterdam en Utrecht naar Arnhem en Nijmegen, en een zuidelijke gordel van Leiden via de Zuidhollandse kust over Rotterdam aansluitend op de Brabantse industriesteden. De drie zones (in feite 'parelsnoeren' met vele steden van 100.000, 250.000 of meer inwoners) zouden worden gescheiden door twee 'open' natuurgebieden: Friesland, Drente en de Veluwe, en in het zuiden de zone van Noordwijk via de Biesbosch naar de Peel en Limburg. De werkelijke ontwikkeling laat zich echter nooit geheel dwingen, noch in details voorspellen. Zelfs als alles 'volgens plan' verloopt, zitten wij in feite met drie gigantische 'gordelsteden', elk bewoond door vele miljoenen mensen.

Wij krijgen dus ruimschoots ons deel van de door Lewis Herber zo indringend beschreven problemen. Niemand minder dan de Amerikaanse minister van Binnenlandse Zaken, Stewart L. Udall, noemde zijn boek 'een moedige bijdrage' tot beter begrip. Moge 'Stikkende steden' ook hier de aandacht krijgen die het m.i. verdient.

Dankbetuiging

De grondgedachten die mij bij het schrijven van dit boek hebben geleid vindt men uitvoeriger uitgewerkt in mijn eerdere werk *Our Synthetic Environment* dat in 1962 verscheen. Bovendien profiteerde ik zeer van de opmerkelijke studies van dr. Hans Kraus en dr. Wilhelm Raab over ziekten, ontstaan door gebrek aan lichaamsbeweging. De invloed van hun magnifieke boek *Hypokinetic Disease* blijkt duidelijk uit mijn hoofdstuk over de tot bewegingloosheid gedoemde stedeling.

Gaarne betuig ik mijn grote dank aan prof. Morris Jacobs van de School voor Volksgezondheid en Administratieve Geneeskunde van de Columbia Universiteit voor het doorlezen van het oorspronkelijke manuscript van dit boek en voor zijn waardevolle suggesties en correcties met betrekking tot de problemen van de verontreiniging van de menselijke levenssfeer. Veel dank ben ik verschuldigd aan mijn broer, dr. Robert Bookchin, die nog altijd onze gewoonlijk verkeerd uitgesproken familienaam voert, voor het controleren van mijn beschouwingen over uiteenlopende aspecten van milieuziekten en voor onze vruchtbare discussies over medische vraagstukken. Gaarne dank ik ook de ambtenaren van de U.S. Public Health Service voor de bereidwilligheid waarmede zij een aantal van de in dit boek verzamelde feiten verschaften. In het bijzonder ben ik veel dank verschuldigd aan Herman Gordon van de afdeling Luchtverontreiniging en aan het personeel van de afdelingen Watervoorziening en Verontreinigingsbestrijding, en wel voor het doornemen van de hoofdstukken over lucht- en waterverontreiniging en voor hun waardevolle technische correcties en aanbevelingen. Mijn dank gaat ook uit naar dr. Robert Anderson en dr. Richard A. Prindle, eveneens van de Public Health Service, voor onze gesprekken over belangrijke aspecten van de milieuhygiëne en voor hun beantwoording van talrijke vragen met betrekking tot hun arbeid. Dr. Wilhelm Hueper, eertijds verbonden aan het Nationale Kanker Instituut en dr. John Calhoun van het Nationale Instituut voor de Geestelijke Volksgezondheid, die zo vriendelijk waren tal van vraagstukken met betrekking tot de onder hen ressorterende terreinen uitgebreid onder de loep te

nemen. Mijn grote erkentelijkheid geldt ook mevrouw Gerda Shugaar van de Public Health Service, die mijn gesprekken in Washington voorbereidde, materiaal voor mij verzamelde en er blijmoedig voor zorgde dat mijn talrijke, dikwijls diepgravende vragen tot in details werden beantwoord. Haar vriendelijkheid en generositeit waren onmisbare factoren om mijn werk in Washington vruchtdragend te doen zijn.

Mijn dank gaat ook uit naar dr. Jane M. Murphy die mij vele aspecten van het Stirling County onderzoek toelichtte, en bijzonder dankbaar ben ik dr. Robert J. Weil voor het beantwoorden van mijn vragen over zijn onderzoekingen bij de Hutteriten. Oprechte dank ben ik verschuldigd aan dr. Vern O. Knudsen die mij deelgenoot maakte van zijn inzichten omtrent de uitwerking van lawaai in sterk verstedelijkte gebieden. Het zou geen eenvoudige taak zijn hier de talrijke personen te noemen die vragenlijsten invulden en met wie ik de ontelbare detailproblemen besprak die bij de voorbereiding van dit boek een rol speelden. Over het geheel genomen moeten echter de taxaties van de feiten die aan dit boek ten grondslag liggen, evenals de meningen die erin worden verkondigd, geheel en al aan de auteur worden toegeschreven. Zij volgen uit de ecologische concepten die door hem werden ontwikkeld in zijn eerdere werk over milieuhygiëne.

L.H.

1 Waar het om gaat

Dit boek werpt een kritische blik op de invloed van de moderne grote stad op de menselijke gezondheid. Hoewel een overweldigende meerderheid van de Amerikaanse bevolking ten nauwste bij dit probleem betrokken is, heeft men er zich tot dusverre slechts incidenteel en dikwijls zeer oppervlakkig mee beziggehouden. Er zijn tal van boeken geschreven over de aanleg, de logistiek en de architectuur van de metropool, maar slechts een verrassend gering aantal schrijvers heeft zich beziggehouden met de invloeden welke de metropool op het menselijk lichaam uitoefent. Slechts zeer weinig Amerikanen kennen het gehele verhaal van de Londense 'smog' van december 1952 – een combinatie van rook en mist die in vier etmalen van intense luchtverontreiniging aan duizenden mensen het leven kostte. Slechts een klein aantal Amerikanen is zich bewust van de omvang die de verontreiniging van hun plaatselijke waterwegen door rioolwater, industriële chemicaliën, insecticiden en wasmiddelen heeft aangenomen. Weinig mensen weten dat diverse epidemieën van hepatitis (leverontsteking) bleken te moeten worden toegeschreven aan verontreiniging van het plaatselijke leidingwater.

Hoe ernstig deze episoden van acute verontreiniging ook mogen zijn, zij worden overschaduwd door een veel dreigender probleem: dat van de subtiele effekten die op lange termijn de volksgezondheid belagen als gevolg van nimmer aflatende zenuwspanning en ononderbroken blootstelling van het menselijk lichaam aan kleine hoeveelheden vergiften in lucht en water. Naarmate de congestie van de steden toeneemt wordt de stadsbewoner geconfronteerd met een groeiend aantal obstakels — op weg naar zijn dagelijkse arbeid, bij het winkelen, bij het afdoen van zijn zaken in verschillende delen van de metropool en zelfs wanneer hij zich 's avonds naar de plaatsen van vertier wil begeven. Het probleem zich steeds opnieuw een weg te moeten banen door dichte menigten en zelfs op de meest elementaire diensten lange tijd te moeten wachten, wekt een gevoel van onrust; een alles doordringende spanning, die weliswaar in vele gevallen geheel aan zijn bewuste waarneming voorbij schijnt te gaan, maar die desondanks vrijwel

zeker schadelijke gevolgen heeft voor zijn gezondheid.

De hele dag door ademt de stadsbewoner de schadelijke gassen uit de uitlaatpijpen van motorvoertuigen in, om niet te spreken van de vaste deeltjes, de gassen en de dampen die uit de schoorstenen van woonhuizen en fabrieken ontsnappen. Zijn drinkwater kan op het oog volmaakt helder zijn, maar zelfs wanneer laboratoriumproeven uitwijzen dat het vrij is van schadelijke bacteriën is er een goede kans dat het sporen van insecticiden en industriële afvalprodukten bevat, in het bijzonder wanneer het water van rivieren en meren in dichtbevolkte gebieden afkomstig is. Zijn oren worden geplaagd door onafgebroken lawaai, zijn zintuigen stompen af door de grauwheid van het stadsmilieu en zijn werk dwingt hem meer en meer tot een zittend leven, zodat hij steeds minder gebruik maakt van zijn spieren. Hoewel deze dagelijkse aanvallen op het menselijk lichaam en op het zenuwstelsel niet noodzakelijkerwijs tot acute ziekten leiden, is er weinig twijfel dat zij alles bijeengenomen bijzonder schadelijk zijn. Inderdaad wijst een grote hoeveelheid statistische informatie met betrekking tot ademhalingsziekten, kanker, hartaandoeningen en geesteszieken er maar al te duidelijk op dat wij een crisis in de stedelijke volksgezondheid tegemoet gaan.

Natuurlijk zijn geestelijke spanningen en verontreinigingen van het levensmilieu niet uitsluitend stadsproblemen. De volksgezondheid wordt immers al min of meer aangetast zodra een houtslijpfabriek een landelijk gebied met schadelijk, door de lucht voortgedragen afval bestuift. Telkens wanneer landelijke waterbronnen worden besmet met landbouwchemicaliën zoals insecticiden, fungiciden en herbiciden, lijdt het menselijk lichaam enige schade. En al schijnt het ons dan ook dikwijls toe dat de zware eisen van het moderne zakenleven en van ons werk minder worden naarmate wij ons verder van de metropool af bewegen, er is niettemin alle reden om aan te nemen dat een groeiend aantal plattelandsbewoners evenzeer het slachtoffer is van economische onzekerheid en sociale spanningen als hun stedelijke tegenvoeters. De jongste onderzoekingen tonen aan dat maagzweren — het klassieke syndroom van gespannen, emotioneel gestoorde mensen — in landelijke districten even frequent zijn als in nabijgelegen steden.

De factoren die deze gezondheidsproblemen veroorzaken, worden evenwel in de moderne metropool tot verfijnde perfektie gebracht. Hoewel tal van economische en culturele kenmerken van de wereldstad zich in Amerikaanse gemeenschappen van onverschillig welke afmeting beginnen te manifesteren, is de kleine stad gespaard gebleven voor de opeenhopingen van mensen, het dichte verkeer en de massale luchtverontreiniging die in de grote

stad zulk een zware last vormen. Zodra wij de grote stedelijke zones van de Verenigde Staten achter ons laten, is het leven veel minder gejaagd, zijn de mensen geringer in aantal en is de lucht opmerkelijk veel schoner. De plattelandsbewoner kan worden geconfronteerd met alle economische problemen van de stadsbewoner; inderdaad kunnen in een eeuw waarin de Amerikaanse landbouw meer voedingsmiddelen produceert dan de consumenten kunnen kopen, de zorgen van de boer even groot, zo niet groter zijn dan die van de stadsmens. Maar de stadsbewoner wordt bovendien voor het probleem gesteld dat de stad onbestuurbaar wordt en dat er te veel mensen, auto's en schoorstenen zijn geconcentreerd om een gezond levensmilieu mogelijk te maken.

Natuurlijk is er veel te zeggen voor het standpunt dat een hoge bevolkingsdichtheid vele culturele compensaties biedt voor de schade die aan de volksgezondheid wordt toegebracht. Vaak wijst men erop dat grote steden meer individualiteit in ons gedrag toelaten en meer verfijning in onze smaak en onze opvattingen. Zij leveren het noodzakelijke publiek voor theaters, musea, bibliotheken, kunst- en concertzalen en soortgelijke instellingen. Dit is ontegenzeglijk waar — maar de ironie wil dat de voortdurende groei van de stad vrijwel al deze voordelen te niet kan doen als zij een bepaald punt overschrijdt. Is een stad te groot, dan dreigt het direkte kontakt tussen haar burgers verloren te gaan. Inderdaad zijn tal van stadsbewoners die in nogal geïsoleerde buitenwijken wonen, in de praktijk even ver verwijderd van culturele instellingen als plattelandsbewoners in afgelegen streken. Voor de miljoenen inwoners van New York, Chicago of Los Angeles die in de zogenaamde slaapkamerwijken wonen, kan een reis naar de binnenstad veel ernstiger problemen opleveren dan een ritje naar de omliggende landelijke gebieden. Naarmate de stad in omvang toeneemt hebben de kosten die met de instandhouding van de stedelijke faciliteiten zijn gemoeid bovendien de neiging tot dusdanige hoogten te stijgen dat vele culturele instellingen worden ondermijnd door financiële lasten zoals hoge belastingen en huren.

Hoe verontrustend dit ook moge klinken, men zou met zelfs nog meer grond kunnen stellen dat stedelijk 'gigantisme' hand in hand gaat met cultureel verval, zoals bewezen wordt door de groei van Alexandrië in de dagen van Ptolemeus en door die van Rome in het keizerlijke tijdperk. In elk geval bestaan de problemen waarmede wij in de Verenigde Staten worden geconfronteerd in de gehele wereld; zij beginnen zelfs op internationale schaal kritieke afmetingen aan te nemen. Volgens de Wereld Gezondheids Organisatie van de Verenigde Naties heeft 'de aanwas van wereldsteden zich overal op aarde voorgedaan. Men vindt deze stedelijke concen-

traties thans in alle continenten, zowel onder het kapitalisme als onder het communisme, en zowel in oude als in jonge landen'. En de Organisatie voegt er de waarschuwing aan toe: 'Reeds in onze dagen leveren de grote steden van de wereld geneeskundige problemen van verbijsterende omvang op. Hoe gezond zullen die steden in de toekomst zijn? De ontzaglijke toeneming van de stedelijke populaties rechtvaardigt zonder twijfel de opvatting dat de „planning" van de steden van de toekomst, afgezien van het vraagstuk van het behoud van de wereldvrede, waarschijnlijk het ernstigste afzonderlijke probleem is waarvoor de mens in de tweede helft van de twintigste eeuw zich gesteld ziet'.

De oplossing van dit vraagstuk ligt natuurlijk niet in terugkeer naar een agrarische samenleving — evenmin als het antwoord op onze technologische problemen kan worden gevonden in terugkeer tot de stenen bijl. De westerse beschaving is geheel gebonden aan de stedelijke levenswijze en aan een hoogontwikkelde technologie. Zowel de grote stad als de industrie verschaffen de onmisbare bases voor de vooruitgang van het moderne gemeenschapsleven. Onze gehele cultuur dankt haar oorsprong aan de bevruchtende kontakten tussen duizenden mensen in gemeenschappen van beperkte omvang. Zou men deze menselijke gemeenschappen in stukken verdelen, de duizenden over het land verspreiden en de kontaktmogelijkheden aantasten waarin de arena van de grote stad voorziet, dan zou dat uitlopen op een sociaal barbarisme dat even verwoestend zou blijken voor de menselijke geest als stedelijke congestie en vervuiling het zijn voor het menselijk lichaam.

Wat dit boek wil betogen, is dat wij in feite bezig zijn de stedelijke samenleving die de basis vormt van onze geestelijke en fysieke gezondheid te vernietigen. Paradoxaal genoeg doen wij dat door die basis zover te verbreden dat wij haar op zeker ogenblik niet meer kunnen beheersen en zij tot een zuiver kwaadaardige kracht dreigt te worden — een alles en allen omvattende bedreiging voor de stedelijke civilisatie als geheel en voor elk onzer afzonderlijk. Het is mogelijk dat wij de culturele uitdroging die het gevolg zal zijn van de ongebreidelde groei van onze steden zullen weten te overleven. Dit boek is echter geschreven in de vaste overtuiging dat wij niet op het behoud van de gezondheid der mensheid kunnen hopen wanneer de expansie en de congestie van onze steden niet door krachtige sociaal gerichte maatregelen een halt wordt toegeroepen. Wij worden letterlijk geconfronteerd met een urbanisatie-epidemie. Zoals alle epidemieën moet ook deze eerst door krachtige quarantainemaatregelen worden ingedamd, waarna haar oorzaken dienen te worden opgespoord en door blijvende maatregelen onder controle te worden gehouden.

2 | Het urbanisatieprobleem

Wat gebeurt er met miljoenen Amerikanen wanneer zij worden opeengepakt in reusachtige stedelijke centra, die in sommige gevallen een bevolkingsdichtheid van 150.000 per vierkante kilometer bereiken? Wat gebeurt er met de psyche en het zenuwstelsel, wanneer miljoenen mensen worden blootgesteld aan de benauwenis en het tumult van het leven in de moderne grote stad? Hoe wordt het menselijk lichaam beïnvloed door voortdurende spanningen, door de verontreiniging van lucht en water, door het telkens weer slikken van middeltjes die de aangetaste zenuwen moeten kalmeren, door de uitersten van een zittend leven in de werkuren en krachtige lichamelijke inspanning bij het spel?

OVER RATTEN EN MENSEN

Onlangs heeft dr. John B. Calhoun van het Amerikaanse Nationale Instituut voor de Geestelijke Volksgezondheid getracht het antwoord op een aantal van deze vragen te vinden door proefdieren bloot te stellen aan de drukte die het dagelijkse deel is van de moderne stadsbewoner. Bijgestaan door een assistent sloot dr. Calhoun dertig Noorse ratten op in een kamer van omstreeks 3 bij 4 meter, die in vier onderling verbonden hokken was verdeeld. De ratten werden van keurig verzorgde nesten voorzien en het geheel leek in vele opzichten op een verbouwd en gemoderniseerd pension. Er werden loopplankjes van metaalgaas aangebracht die van de ene kooi naar de andere voerden, en de proefdieren werden voorzien van een ruime hoeveelheid voer, gedeponeerd in vernuftige constructies welke de ratten aanmoedigden zich zoveel mogelijk gemeenschappelijk te voederen. Nadat dr. Calhoun de dieren in hun nieuwe omgeving had losgelaten, trok hij zich terug in zijn speciaal ingerichte waarnemingspost die door een glazen ruit in het plafond van het vertrek van de ratten was gescheiden. Zestien maanden lang wijdde hij zich daar aan de opwindende studie van hetgeen er gebeurt wanneer dertig Noorse ratten zich tot een bevolking van tachtig stuks vermenigvuldigen, zodat er een tjokvolle rattenmetropool ontstaat.

De eindresultaten van deze simpele proef met dicht opeen levende dieren kunnen welhaast catastrofaal worden genoemd. Met de groei van de bevolking werden vrijwel alle vastgeroeste instinctieve gedragspatronen van de ratten verstoord. Normaal bouwen vrouwtjesratten met grote zorgvuldigheid nesten voor hun jongen en omgeven deze nauwgezet met hun moederlijke zorgen. Maar naarmate de hokken voller werden, begonnen de moeders hun nesten te verwaarlozen en lieten zij hun jongen dikwijls in de steek, waarop deze ten prooi vielen aan de dood door verwaarlozing en verhongering. Na enige tijd dwaalden vele ratten even doelloos rond als slaapwandelaars, in een soort verdoving en volkomen beroofd van hun richtingsgevoel. Andere ratten begonnen zich over te geven aan homosexualiteit en vreemde sexuele afwijkingen. Weer anderen gingen tot kannibalisme over en vraten in weerwil van de aanwezigheid van voldoende voedsel de karkassen van verhongerde jongen die door hun moeders in de steek gelaten waren. Nadat de overbevolking verscheidene maanden had geduurd, schoot het sterftecijfer van de rattenmetropool enorm de hoogte in, tot het tenslotte in de volste hokken meer dan 90 procent van alle levendgeboren jongen bedroeg. Het is nauwelijks voor twijfel vatbaar dat wanneer het experiment was voortgezet, de gehele bevolking zou zijn omgekomen. Om met de woorden van dr. Calhoun te spreken verstoorden de 'maatschappelijke spanningen' die het gevolg waren van de te grote bevolkingsdichtheid het 'gedragspatroon waarmee de Noorse rat uit de probeersels van de evolutie naar voren is gekomen . . .' In zestien maanden tijd waren de ratten teruggevallen tot een staat waarin hun uitroeiing verzekerd was.

Op een punt als dit is het gebruikelijk de lezer gerust te stellen met de verzekering dat mensen geen ratten zijn, maar dr. Calhoun heeft de ontmoedigende gewoonte erop te wijzen dat beide diersoorten tot de zoogdieren behoren en dat zij op vele punten een fundamentele biologische overeenkomst vertonen. Het is stellig juist dat zij niet altijd op dezelfde wijze reageren op schadelijke invloeden, maar al wat schadelijk is voor ratten is ook verdacht ten opzichte van de mens.

Hoewel de stadsmens tot dusverre niet is vernietigd door de sociale spanningen die kleinere dieren zoals ratten ten dode doemen, hebben wij alle aanleiding te geloven dat deze spanningen buitengewoon schadelijk zijn voor zijn lichamelijke en geestelijke gezondheid. Nog verontrustender is dat de congestie snel toeneemt met de roekeloze expansie van de grote stedelijke concentraties en dat de recente vernieuwingen op het terrein van de vervoerstechnologie een ware doos van Pandora hebben geopend.

Laat ons in het kort tempo en omvang van de aanwas van de Amerikaanse steden onder de loep nemen. Het gaat hier om een fenomeen dat explosieve vormen heeft aangenomen.

In weinig meer dan een halve eeuw hebben de Verenigde Staten de sprong gemaakt van een overwegend landelijke natie tot een land met een overweldigend stedelijk karakter, waar 112 miljoen mensen in steden van 10.000 inwoners en meer leven. Al moge het tempo van de Amerikaanse verstedelijking ons opmerkelijk voorkomen, het heeft eerst recht spectaculaire vormen aangenomen in de zogenaamde Standard Metropolitan Areas — de reusachtige concentraties van steden welker bevolking de 50.000 inwoners heeft bereikt of overschreden. Volgens de vooraanstaande bevolkingsdeskundige Philip M. Hauser omvatten de Standard Metropolitan Areas in 1900 ongeveer een derde van de gehele Amerikaanse bevolking, dat wil zeggen 24 miljoen mensen. Gedurende de daarop volgende halve eeuw verdubbelde de totale bevolking, maar nam het aantal mensen in de Standard Metropolitan Areas tot meer dan het drievoudige toe. In 1950 woonde omstreeks 57 procent van de Amerikaanse bevolking, oftewel 85 miljoen personen, in de Standard Metropolitan Areas. Tien jaar later, in 1960, schoot dit aantal tot 63 procent of 111 miljoen mensen omhoog.

Hoe indrukwekkend deze cijfers ook mogen zijn, zij vormen geen duidelijke afspiegeling van de tendens van Amerikaanse steden, grote zowel als kleine, om samen te smelten tot uitgestrekte stedelijke complexen die in sommige gevallen haast evenveel gebied beginnen te beslaan als gehele staten. Theoretisch zijn er in de Verenigde Staten slechts vijf steden — te weten New York, Los Angeles, Chicago, Philadelphia en Detroit — die zich 'zeer grote steden' of 'megalopolen' mogen noemen, met inwonertallen die het miljoen te boven gaan. In werkelijkheid is zo'n megalopool echter een administratieve fictie; zij heeft in de verstedelijkte civilisaties van de twintigste eeuw elk spoor van geografische of 'burgerlijke' betekenis verloren. Tegenwoordig omvat een megalopool een of meer historisch gegroeide bevolkingscentra die over het omringende landelijke gebied zijn uitgevloeid om in snel tempo te versmelten met dorpen, stadjes en buiten hun grenzen getreden delen van nabije steden, waardoor reusachtige stedelijke gordels zijn ontstaan. Zo heeft Los Angeles officieel een oppervlakte van 1172 vierkante kilometer en een inwonertal van omstreeks 2,5 miljoen mensen. In werkelijkheid beslaat de stad echter bijna 13.000 vierkante kilometer, van de kust van de Stille Oceaan tot aan de Santa Monicabergen, zodat zij meer dan 30 onafhankelijke gemeenten omvat. Een tijd lang scheen het dat de bergkete-

nen een natuurlijke barrière tegen verdere stedelijke expansie zouden vormen; in de laatste jaren hebben zich echter in vrijwel alle richtingen nieuwe uitlopers van Los Angeles gevormd, tot omstreeks 100 km ver naar de Mojavewoestijn, en via de San Gorgoniapas tot in het gebied van Palm Springs en tot in de Coachella Vallei. Zes miljoen mensen bewonen nu dit zich naar alle kanten uitstrekkende, moeilijk te begrenzen gebied — een stedelijke gordel met bijna drie maal de afmetingen van de staat Rhode Island en bijna even groot als het grondgebied van Connecticut.

DE STEDELIJKE SLANGEKUIL

Hoewel de meeste stedelijke gordels in de Verenigde Staten zijn ontstaan ten gevolge van de expansie van de buitenwijken met hun overvloed aan ruimte om te wonen, is de congestie in de grote steden in vele gevallen eerder toegenomen dan verminderd. Veelal vormt de kern van een grote stad de plaats waar tallozen uit het omliggende gebied hun werk hebben, zowel uit de stad zelf als uit de buitenwijken. Dientengevolge moeten deze kernen in een zeer klein zakencentrum enorme hoeveelheden mensen absorberen. In een stad met een tamelijk scherp begrensde kern zoals New York vindt bijna de helft van het aantal werknemers zijn werk in een gebied dat slechts 500 huizenblokken beslaat. Meer dan 2,2 miljoen employés verstoppen in het zakencentrum van Manhattan de kantoren, de winkels en de fabrieken, waardoor de gemiddelde dichtheid hier meer dan 100.000 mensen per vierkante kilometer werkgebied bedraagt. *

Miljoenen mensen worden uit de omliggende forensengebieden naar dit kleine stuk grond gezogen. Sommigen komen wel van 100 km ver, maar de meerderheid woont binnen 15 km van de stadsgrenzen. Deze verbijsterende mensenmassa moet gedurende slechts enkele uren in de ochtend en in de late namiddag verwerkt worden door een propvol transportsysteem; in geweldige aantallen verzamelt zij zich niet alleen op de plaatsen waar gewerkt wordt, maar tijdens de lunchuren ook daar waar een

* Lezers die bekend zijn met de plattegrond van de stad New York zullen met belangstelling kennis nemen van de volgende cijfers, vervat in een rapport van de afdeling stadsontwikkeling: ... als men van een punt in de East River bij Houston Street een cirkel zou trekken met een straal van een kleine vijf kilometer, zou deze de arbeidsplaats van 2.636.000 werkers omsluiten, of bijna drie kwart van allen die in New York City hun emplooi vinden.

stukje kan worden gegeten. Na afloop van de arbeidstijd liggen vele van deze districten volkomen verlaten. In tegenstelling tot de ontzaglijke menigten die de voornaamste zakenwijken van Manhattan overdag bevolken, weerkaatsen de zelfde wijken na zonsondergang slechts het geluid van de eenzame voetstappen van verdwaalden en politiemannen.

De congestie en haar tot geestelijke spanningen leidende gevolgen worden nog verergerd door de reusachtige, hemelhoge woonblokken die de bescheiden bebouwing in het landschap van de buitenwijken der steden geleidelijk verdringen. In Manhattan, waar de strijd om woonruimte ongekende afmetingen heeft aangenomen, is de bevolkingsdichtheid omhoog geschoten tot 150.000 mensen per vierkante kilometer woonwijk. Om zich de betekenis van dit getal voor ogen te stellen, denke men zich in dat op elk stukje woonwijk van 100 bij 100 meter 1500 mensen zijn opeengepakt. Hoewel zij er aan de buitenzijde aantrekkelijk uitzien, zijn vele van deze nieuwe huurkazernes slecht van ontwerp en miserabel van uitvoering. Er is in het geheel geen aandacht geschonken aan het feit dat de huurders behoefte hebben aan voldoende leefruimte en aan „privacy".

„De psychische spanningen die te wijten zijn aan het leven in een celletje van een menselijke honingraat, worden over het hoofd gezien door de gemeentelijke autoriteiten, die zich tevreden stellen met het nemen van voor de hand liggende, formele voorzorgsmaatregelen zoals toezicht op de brandveiligheid, op de aanwezigheid van erkend loodgieterswerk, goedkeuring van de elektrische installatie, een politievergunning en een aantal materiaalvoorschriften" — aldus de bekende bouwdeskundige Edward Higbee. „Het schijnt niemand iets te kunnen schelen dat deze flatgebouwen bij elk huishoudelijk geluid meetrillen als een Afrikaanse trom, zodat letterlijk niemand van de bewoners ook maar een ogenblik van werkelijke privacy geniet. Niemand vraagt de medici die verantwoordelijk zijn voor de geestelijke volksgezondheid naar hun mening omtrent de tegenwoordige flatgebouwen, die zonder behoorlijke geluidsisolatie worden opgeleverd; nog minder krijgen deze artsen de kans er een afkeurend oordeel over uit te spreken", aldus de heer Higbee. Higbee's opmerkingen over geluidshinder worden onderstreept door het werk van dr. Vern O. Knudsen van de Universiteit van Californië, die heeft bevonden dat het geluidsniveau zich in een normale rustige woonwijk aan de randen van de stad tussen de 20 en de 30 decibels beweegt, welk getal in een hotelkamer in Manhattan tot meer dan de dubbele waarde — 50 à 60 decibels — stijgt. Afgezien van de psychologische invloeden

van lawaai kan er niet meer aan worden getwijfeld dat het ook fysieke schade kan toebrengen aan het gehoor van mensen die in een lawaaiige omgeving wonen of werken. Onderzoekingen in Scandinavië en Frankrijk, en meer recentelijk in de Verenigde Staten, wijzen uit dat het gehoor van mensen die in de industrie werken in vele gevallen sterk is achteruitgegaan, en dat deze achteruitgang slechts kan worden toegeschreven aan de inwerking van voortdurend lawaai. Het kwaad van uitzonderlijk lawaai kan echter nog ingrijpender gevolgen hebben. Wetenschappelijk is aangetoond dat het plotseling dichtslaan van een deur de bloeddruk van een mens tot vier maal het normale niveau kan doen stijgen, en dat proefratten die in het laboratorium werden blootgesteld aan het gegil van een sirene maagzweren kregen en in ernstige mate aan overprikkeling van de bijnieren gingen lijden. Volgens dr. Knudsen hebben onderzoekingen aan vele universiteiten duidelijk gemaakt dat blootstelling van de mens aan geluid van meer dan 90 decibels kan leiden tot rood worden van de huid en tot samentrekking van de maagspieren; bovendien is er een nadelige invloed op het humeur. Sommige artsen menen dat lawaai een verborgen factor zou kunnen zijn bij ziekten van hart en bloedvaten en in gevallen van nervositeit en dat het mogelijk zelfs een nadelige invloed op de geestelijke gezondheid heeft.

Misschien wel de meest groteske combinatie van lawaai en verkeerscongestie ontstaat elke dag opnieuw in de grote verkeersaders, die miljoenen mensen in (of onder) de zich naar alle kanten uitstrekkende grote steden van de westelijke wereld aan- en afvoeren. De overweldigende meerderheid van de werkers in New York, Londen en Parijs maakt evenals grote aantallen mensen in de andere megalopolen van de wereld gebruik van de een of andere vorm van openbaar transport. Het oorverdovend lawaai waaraan deze mensen zijn blootgesteld kan dikwijls verschrikkelijke afmetingen aannemen. In zijn voordracht op een symposium over geluidshinder in Los Angeles wees dr. Knudsen zijn toehoorders erop, dat het verkeerslawaai op de trottoirs van New York tot 103 decibels kan stijgen; dat het geraas in sommige ondergrondse exprestreinen een gemeten waarde van meer dan 100 decibels kan bereiken en dat vrachtwagens en autobussen op de moderne Amerikaanse snelwegen een geluidsniveau produceren dat — gemeten op een afstand van 7,5 meter — tot boven de 105 decibels kan klimmen — een waarde die tussen twee haakjes gemakkelijk tot 10 à 15 decibels zou kunnen worden teruggebracht door het voorschrijven van eenvoudige en weinig kostbare geluiddempers. In de New Yorkse

ondergrondse heeft men geluidsniveaus gemeten die het oorverdovend lawaai van een excenterpers op een afstand van 1 meter te boven gaan, en die zelfs het donderend geraas benaderen dat een man met een klinkhamer op tien meter van het oor van een toehoorder produceert. Dit ondergrondse geraas is veel luider dan de 90 decibels die bij de mens aantoonbare fysiologische effecten teweegbrengen.

Even erg als het schadelijk lawaai in het ondergrondse transportstelsel zijn de geestelijke spanningen die het gevolg zijn van de opeenhoping van grote aantallen mensen. Op bepaalde uren van de dag schijnt iedereen zich op het zelfde ogenblik naar de zelfde plaats te begeven. Het beruchte spitsuur in de New Yorkse subway lijkt meer op een revolutie dan op een ordelijk vervoer van mensen van hun woonhuizen naar hun werk. Op deze tijden zijn alle doorgaande lijnen rampzalig overbezet. Deze overbezetting begint al bij de vertrekpunten. Naarmate de treinen vervolgens het hart van de stad naderen neemt deze overbezetting een dusdanige omvang aan dat op elk perron duizenden passagiers de gelegenheid staan af te wachten om zich in de overvolle rijtuigen een paar vierkante decimeter staanruimte te verschaffen.

Het is zonder twijfel een zware geestelijke en lichamelijke belasting om in zo'n stinkend subway-rijtuig te moeten staan, veelal in een belachelijk verwrongen houding en met geen andere bezigheid dan voor zich uit in de ruimte te staren. Het is zeer bepaald een aanslag op het zenuwstelsel en op de waardigheid van de stadsbewoner, als deze zich willekeurig heen en weer moet laten duwen door de aanstormende opgewonden menigten, of zich op ruwe wijze een weg moet zien te banen naar een zitplaats of naar een favoriet hoekje waar men „rustig" kan staan.

Het toenemend gebruik van automobielen heeft op dramatische wijze gefaald als middel om zich aan deze beledigingen te onttrekken. Verre van de crisis in het openbare vervoer te verlichten, heeft de toeneming van het motorische verkeer van één noodtoestand twee gemaakt; de achteruitgang in de inkomsten van het openbare vervoer heeft slechts geleid tot inkrimping van de ondergrondse diensten en tot toenemende overbezetting, terwijl het toenemende gebruik van automobielen tot steeds ernstiger verkeersopstoppingen in en buiten de stad heeft geleid. Hoewel de New Yorkers voor het vervoer in de stad in de eerste plaats van openbare transportmiddelen afhankelijk zijn, maakt bijna 5 procent van hen die in centraal- en beneden-Manhattan hun werk vinden, van hun eigen auto gebruik.

Vergelijkt men overigens dit cijfer met andere steden, dan ligt

het ongetwijfeld laag. Minstens 45 procent van de mensen die zich naar de zakenwijken van Los Angeles, Detroit, Baltimore, Washington, San Francisco, Milwaukee, Houston, Buffalo, New Orleans, Cincinnati, Dallas en San Antonio begeven — om een aantal steden van meer dan een half miljoen inwoners te noemen — doen dat in motorvoertuigen. Niettemin heeft de verkeerssituatie in het gebied van Groot New York kritieke afmetingen aangenomen. Afgezien van de absurditeit dat de voortbewegingssnelheid van voertuigen in deze stad is afgenomen van 17 km per uur in het tijdperk van paard en wagen tot een slakkegang van nog geen 10 km per uur in het straaltijdperk, waarschuwt de New York Times dat „een ruïneuze concurrentie tussen rail en rubber de economische gezondheid van het gehele, 21 provinciale districten en drie staten beslaande grootstedelijke gebied belaagt". Wat het stadscentrum betreft voegt het blad er aan toe: „Nog benauwender dan de zware last die op de boven- en ondergrondse spoorwegen rust, is de met de dag erger wordende samenklontering van het verkeer in de stadsstraten, waardoor handel en nijverheid in het centrum dreigen te verstikken".

Het gebruik van het woord „verstikken" grenst aan galgehumor. De automobiel dreigt immers niet alleen handel en nijverheid van de stad te doen stikken, maar ook de talloze menselijke wezens die van haar straten gebruik maken en haar gebouwen benutten. In de weinige tientallen jaren dat de automobiel van een curiositeit is gepromoveerd tot een alledaags transportmiddel heeft hij zich tot een der belangrijkste bronnen van luchtverontreiniging ontwikkeld. In alle Amerikaanse steden van enige betekenis heeft de automobiel de atmosfeer bezwangerd met een ontstellend assortiment aan gasvormige en vaste gifstoffen. De onschuldig lijkende uitlaatpijp van een automobiel braakt omstreeks 210 verschillende koolwaterstoffen uit en van een aantal daarvan kon de kankerverwekkende aard worden vastgesteld. Op elke duizend liter benzine die zij verbruiken produceren motorvoertuigen 2 kg zwaveldioxyde, 2,15 kg aldehyden, 3 tot 9 kg stikstofoxyden en meer dan 350 kg koolmonoxyde. Zwaveldioxyde is niet alleen een prikkelende stof, maar ook een vergif; vele aldehyden, in het bijzonder formaldehyde, bevorderen de corrosie; bepaalde stikstofoxyden zijn giftig, zelfs in zeer kleine concentraties, en wat koolmonoxyde betreft, dat mogelijk het bekendste van dit groepje is, dit strijdt met de barbituraten om de eer de mens voorgoed van de zorgen van deze wereld te verlossen.

De mate waarin automobielen de atmosfeer in de Amerikaanse steden bezoedelen laat nooit na de gemiddelde stadsbewoner in

verbazing te brengen. Jarenlang hebben de inwoners van Los Angeles getracht de hoofdoorzaak van de „smog" te vinden, die hun gemeente dertig tot vijftig dagen per jaar pleegt te treffen. Het wetenschappelijk speurwerk begon in ernst in 1948, toen de stad het verbranden van huisvuil op stortplaatsen in de open lucht verbood. In de daarop volgende jaren werden door particuliere verbrandingsovens, fabrieken, energiebedrijven en olieraffinaderijen maatregelen tegen luchtverontreiniging genomen, maar het niveau van de luchtverontreiniging bleef stijgen. Toen zowel de huishoudelijke als de industriële verontreinigingsbronnen drastisch waren beperkt, was men geschokt toen bekend werd dat de bezoedeling van de lucht door smog in Los Angeles voor 80 procent moet worden toegeschreven aan de uitlaatgassen van de drie miljoen particuliere auto's welke de stad rijk is.

Niet altijd is de automobiel de voornaamste schuldige aan de zware luchtverontreiniging in vele steden — en de steden zijn niet de enige slachtoffers van door de lucht meegevoerde contaminerende stoffen. Vele kleine gemeenten van in hoofdzaak landelijk karakter, worden bedolven onder de schadelijke, prikkelende dampen van nabijgelegen industrieën, energiebedrijven en papierfabrieken. Dat neemt niet weg dat experts op het gebied van de volksgezondheid hebben geconstateerd dat stedelingen over het algemeen vier maal zoveel „luchtvuil" inademen als plattelanders. De mogelijke consequenties van dit verschil zijn niet bepaald aantrekkelijk. Volgens dr. John H. Ludwig van de Amerikaanse Dienst voor de Volksgezondheid kan de voortdurende blootstelling van mensen aan „betrekkelijk geringe luchtverontreiniging" de ontwikkeling van kanker, hartziekten en chronische bronchitis in de hand werken. In tijden van zware verontreiniging kan het vuil in de lucht bestaande hartkwalen doen verergeren en geducht huishouden onder mensen die met aandoeningen van de luchtwegen behept zijn.

Welke de bron ook moge zijn, luchtverontreiniging is de vloek van het moderne stadsleven geworden. Bijna alle Amerikaanse steden, de kleine evenzeer als de grote, lijden aan hardnekkige verontreiniging van hun atmosfeer. Een aanzienlijk aantal wordt bovendien geplaagd door ernstige watervervuiling. Terwijl grote kuststeden zoals Los Angeles en New York hun schone leidingwater gewoonlijk betrekken uit afgelegen landelijke reservoirs, onttrekken talrijke landinwaarts gelegen steden een groot deel van hun leidingwater aan zwaar verontreinigde rivieren. In feite zijn letterlijk al die luisterrijke waterwegen van het Noordamerikaanse vasteland open riolen. „Telkens als je hier

in St. Louis een glas water uit de kraan tapt, drink je in feite het water van alle w.c.'s van hier tot Minnesota (een afstand van omstreeks 1000 kilometer)" — aldus de uitgever van de „Globe Democrat", Richard Amberg. Inderdaad is de Mississippi met haar talrijke zijrivieren berucht om haar vervuiling en om het potentiële gevaar dat zij voor de gezondheid van miljoenen Amerikanen oplevert.

Nog ernstiger dan de vervuiling van rivieren en meren is de toenemende verontreiniging van het grondwater — het uitgestrekte ondergrondse waterreservoir van de Verenigde Staten. Naar schatting betrekt 25 procent van de Amerikaanse bevolking haar water uit welputten en ondergrondse bronnen. In een rapport, opgesteld door de Senaatscommissie voor de Nationale Waterreserves, wordt erop gewezen dat „als rivieren verontreinigd geraken, de situatie doorgaans kan worden verbeterd door maatregelen tegen de oorzaak van de verontreiniging te nemen of door deze geheel weg te nemen. In elk geval wordt verontreinigd water snel met de stroom afgevoerd en verdwijnt dan in betrekkelijk korte tijd van het toneel. Grondwater daarentegen is onbereikbaar; bovendien verplaatst het zich misschien slechts een meter per jaar. Het kan dus jaren en zelfs tientallen jaren duren eer de verontreiniging wordt ontdekt, maar als zij eenmaal aan de dag is getreden kan het nog een zelfde aantal jaren duren eer het water weer schoon is."

Het vraagstuk van de grondwatervervuiling is bijzonder acuut geworden door de na-oorlogse uitbreiding van de buitenwijken. In een poging snel winst te maken hebben vele exploitanten van onroerende goederen enorme wooncentra doen verrijzen, waarbij de afzonderlijke woningen veelal voorzien werden van een septic tank in plaats van ze aan te sluiten op een — duurdere — gemeenschappelijke riolering. De dicht bijeen geplaatste tanks begonnen al spoedig het draagvermogen van de grond te overschrijden, met als gevolg een wijdverspreide doorsijpeling van het afvalwater van toiletten en keukens. Rapporten wijzen uit dat tal van buitenwijken nu lijden aan ernstige vervuiling van het grondwater. Om de problemen van de voorsteden nog te vergroten begonnen wasmachines en aanverwante huishoudelijke apparaten hun historische opmars in de drukbevolkte randgebieden van de grote steden en droegen daarmede bij tot de langzame verzadiging van het plaatselijke grondwater met afwasmiddelen. Een der bekendste dranken in de voorstedelijke woonwijken is de „wasmiddel cocktail" — een glas leidingwater, gevuld met schuim.

MET DE NEUS OP DE FEITEN

Welke bewijzen zijn er dat de — tot toenemende spanningen leidende eisen van het grote-stadsleven en de sterke vervuiling van het stedelijk levensmilieu de gezondheid van de stadsbewoner schaden? Misschien kan deze vraag het best in algemene termen worden beantwoord door een aantal fascinerende statistieken onder de loep te nemen. Deze statistieken hebben betrekking op de gezondheidstoestand in de stedelijke en landelijke delen van welvarende gebieden in de Verenigde Staten. In een aantal gevallen duiden de statistieken slechts vagelijk op de mogelijkheid van verschillen in de gezondheidstoestand van de beide bevolkingsgroepen, maar de gepubliceerde cijfers kunnen stellig een aansporing vormen tot verder strekkende research. Om een voorbeeld te noemen: ondanks het feit dat de medische verzorging van Amerika's stedelijke gebieden ten zeerste wordt geroemd, blijken vele welvarende, maar landelijk gebleven staten in het noordelijke midden van de Verenigde Staten de hoogste levensverwachting van het land te hebben. Manlijke jonggeborenen in Minnesota, Iowa, Nebraska, Kansas en Zuid-Dakota kunnen op een gemiddelde levensduur van 68 jaar rekenen, wat statistisch aanmerkelijk gunstiger ligt dan de 66 jaar die voor blanke mannen in het land als geheel gelden.* Iedereen met een bespiegelende geest kan klimatologische, geografische en zelfs etnologische kenmerken van dit gebied aanvoeren, die het verschil zouden kunnen verklaren, maar het is moeilijk het essentieel landelijke karakter van deze welvarende groep staten over het hoofd te zien.

Om nog een andere stimulans voor een nader onderzoek te noemen: dikwijls beweert men dat er slechts weinig verschil is tussen longkankercijfers van stedelijke en landelijke sigarettenrokers — maar wat is het verschil tussen stedelijke en landelijke *niet*-rokers? Het antwoord op deze vraag is schokkend. Longkankerstatistieken bewijzen dat de cijfers voor stedelijke niet-rokers *elf* maal zo hoog liggen als voor landelijke niet-rokers. Stadsbewoners die zich het roken ontzeggen, torsen desondanks de last van aanmerkelijk hogere longkankercijfers dan hun landelijke tegenhangers.

De sterftecijfers voor ziekten van de kransslagaderen van het hart tonen een schreeuwend contrast tussen grote, sterk verste-

* In Nederland bedraagt de overeenkomstige levensverwachting voor mannen ruim 71 jaar, dat is dus beduidend hoger dan in de V.S.

delijkte gebieden en kleinere, relatief minder verstedelijkte gemeenschappen. In 1957 maakte een groep deskundigen van de dienst voor de Volksgezondheid der Verenigde Staten — de U.S. Public Health Service — onder leiding van dr. Philip E. Enterline een grondige studie van de sterfte aan hartziekten bij blanken tussen 45 en 64 jaar in 163 stedelijke gebieden van de Verenigde Staten. Dr. Enterline en zijn groep vergeleken vervolgens deze stedelijke cijfers met de overeenkomstige sterftetabellen in niet stedelijke landstreken. De conclusies van dit diepgaande onderzoek, dat de statistieken van de jaren 1948 — 1951 omvatte, vormen een vernietigend commentaar op de gevolgen van verstedelijking voor de volksgezondheid. De studiegroep bevond dat „de sterftecijfers met betrekking tot coronaire hartaandoeningen onder blanken van 45 tot 64 jaar zowel bij mannen als bij vrouwen rechtstreeks verband houden met de mate van verstedelijking. In verstedelijkte provincies met centraal gelegen grote steden lag de sterfte aan coronaire hartaandoeningen bij mannen 37 procent en bij vrouwen 46 procent hoger dan in provincies met een niet-stedelijk karakter."

Nog indrukwekkender worden de wetenschappelijke bewijzen als wij de gezondheidsstatistieken van afzonderlijke staten onder de loep nemen, in het bijzonder die waar de medische verzorging zowel in de steden als op het platteland op hoog peil staat. Er zijn vele studies verricht met betrekking tot de ziekte- en sterftecijfers in grote, middelgrote en kleine gemeenten in de staat New York. De resultaten wijzen uit dat de sterftecijfers voor beide seksen aanmerkelijk hoger liggen in grootstedelijke dan in niet-stedelijke districten. Een onderzoek van E. Parkhurst over de jaren 1948 tot 1951 bewees dat de sterftecijfers voor hartziekten, tuberculose, longontsteking, suikerziekte en levercirrose hoger lagen in grote hoofdsteden dan in kleine landelijke gemeenten. Er werd een poging gedaan de sterftecijfers van stad en platteland zowel naar leeftijdsgroepen als naar de frequentie van chronische ziekten te vergelijken; dit bracht aan het licht dat de sterftecijfers „aanmerkelijk hoger lagen in hoofdsteden van meer dan 50.000 inwoners dan in gemeenten beneden de 10.000 inwoners en in de landelijke districten van niet tot de grote stad behorende gebieden".

Een diepgaand onderzoek dat in het begin van de jaren vijftig door dr. M. Kjelsberg en dr. Jeremiah Stamler van de Gezondheidsdienst van Chicago werd ingesteld naar het optreden van hart- en vaatziekten, bracht aan het licht dat er ten aanzien van deze ziekten een schrikbarend verschil in sterftecijfers bestond tussen de stad Chicago (Illinois) en de landelijke ge-

meenten in deze staat. In elke leeftijdsgroep van mannen tussen de 25 en 64 jaar lagen de sterftecijfers voor hart- en vaatziekten in Chicago hoger dan in de landelijke gemeenten van Illinois; dat zelfde geldt trouwens eveneens voor alle andere doodsoorzaken. Aangezien het Kjelsberg en Stamler echter in de eerste plaats was te doen om de aandoeningen van hart en bloedvaten, zullen wij onze beschouwingen van hun bevindingen beperken tot deze gevreesde ziekten.

De twee onderzoekers ontdekten dat de sterftecijfers voor hart- en vaatziekten bij jonge manlijke inwoners van Chicago tussen de 25 en 34 jaar meer dan 25 procent hoger lagen dan voor de overeenkomstige leeftijdsgroepen in de landelijke gebieden van Illinois; voor de groep mannen van middelbare leeftijd (tussen de 35 en 54) bedroeg dit verschil 100 procent en voor de groep 55- tot 64-jarigen schoot het zelfs omhoog tot 300 procent!

Dit zijn verschillen die de adem doen stokken en die door niemand die te maken heeft met de gevolgen van de verstedelijking voor de volksgezondheid kunnen worden genegeerd. Kjelsberg en Stamler weerleggen bovendien alle bezwaren die tegen de geldigheid van het statistische materiaal zouden kunnen worden aangevoerd, zoals onjuiste registratie van overlijdensakten. Maar misschien wel de zorgvuldigste poging om de gezondstoestand in de stad met die op het platteland te vergelijken, werd gedaan in Iowa — een welvarende staat met een voortreffelijk functionerende openbare gezondheidszorg, zowel in sterk verstedelijkte als in agrarische gebieden. Het onderzoek dat in 1951 werd verricht door de State Medical Society, het State Department of Health en een aantal federale gezondheidsautoriteiten, concentreerde zich op één enkele ziekte: kanker. De studie die in de eerste plaats was gericht op het vaststellen van verschillen in de kankerfrequentie tussen de stedelijke en de landelijke bevolking, droeg diverse zeer opmerkelijke kenmerken. Om te beginnen is Iowa een staat van overheersend landelijk karakter. In 1950 woonde omstreeks 54 procent van de bevolking er in steden met minder dan 2500 inwoners. Een tweede opmerkelijke bijzonderheid is het feit dat in deze staat de levensverwachting gunstig is n.l. 68,2 jaar voor mannen en 73,7 jaar voor vrouwen. Tenslotte bleek dat „de bevolking van de landelijke gebieden in

* Teneinde deze cijfers in het juiste licht te stellen bedenke men dat de overeenkomstige cijfers voor de gemiddelde levensverwachting in de staat New York slechts 66,3 en 71,3 bedragen — dat wil dus zeggen een verschil van omstreeks twee jaren.

Iowa een medische verzorging geniet die noch in omvang, noch in kwaliteit onderdoet voor die in de stedelijke zones." De onderzoekers bevonden dan ook dat de kankercijfers vrijwel geen verschil vertoonden in zeer afgelegen landelijke contreien en in de landelijke zones rondom grote steden.

Men stelde alles in het werk om betrouwbare kankerstatistieken voor alle delen van Iowa te verkrijgen. De enquêteurs kregen de medewerking van letterlijk alle ziekenhuizen en klinieken en van 88 procent van de artsen. Een omvangrijke, statistisch significante groep van omstreeks 15.000 mensen bleek aan kanker te lijden. In weerwil van de zondvloed van kritiek die na elk grootscheeps geneeskundig studieprojekt pleegt los te breken, zijn wij volkomen gerechtigd het onderzoek in Iowa als een der grondigste en volledigste met betrekking tot de vaststelling van de verschillen in kankerfrequentie tussen stedelijke en landelijke gebieden aan te merken.

Wat waren nu de bevindingen? Men constateerde dat het aantal kankergevallen in Iowa „aanmerkelijk hoger ligt in stedelijke dan in landelijke gebieden — en wel respectievelijk 350 tegen 225 gevallen per 100.000 inwoners, al liep dit verschil uiteen voor bepaalde delen van het lichaam". Nu kan men natuurlijk aanvoeren dat de woorden „stedelijk" en „landelijk" zowel statistisch als geografisch een zeer ruim terrein beslaan en dat achter „gemiddelde" aantallen kankergevallen op het platteland van Iowa talrijke kankerhaarden in afgelegen streken van die staat kunnen schuilgaan. Klaarblijkelijk heeft deze mogelijkheid de onderzoekers verontrust, want voorzichtig merken zij op dat het uiteenlopen van de kankercijfers in stedelijke zones en op het platteland „zich in de gehele staat manifesteerde en niet slechts in enkele geselecteerde provincies."

Een onderzoek van de verschillen in kankerfrequentie tussen stad en land, gesplitst naar de onderscheiden delen van het lichaam, onthult dat dit verschil het kleinst was voor kanker van de manlijke geslachtsorganen — n.l. 43,5 gevallen per 100.000 bewoners van stedelijke gebieden tegen 39 gevallen per 100.000 plattelanders. Het verschil nam geleidelijk toe bij vergelijking van de stedelijke en landelijke cijfers voor kanker van de spijsverteringsorganen (maag en ingewanden), de borsten bij vrouwen, mond- en keelholte (lippen, tong, etc.), de vrouwelijke geslachtsorganen, urinewegen en huid, om het maximum te bereiken bij kanker van de ademhalingswegen (luchtpijp, longen etc) en wel met een cijfer van 20,3 voor de bewoners van stedelijke en 9,3 voor die van landelijke gebieden. „Borstkanker is veel zeldzamer bij mannen dan bij vrouwen" — aldus wordt in

de conclusie van het onderzoek opgemerkt. „Wat niet wegneemt dat het cijfer voor mannen in de grotere bevolkingscentra 1,5 bedroeg, en 0,7 in de landelijke gebieden. Bij vrouwen waren deze cijfers respectievelijk 78 en 62".

Andere rapporten graven minder diep dan het onderzoek in Iowa, maar in het algemeen wijzen ook deze erop dat stadsbewoners een zwaardere last aan ziekten torsen dan plattelanders die een gelijkwaardige geneeskundige verzorging ontvangen. Elk rapport afzonderlijk levert geen doorslaande bewijzen van de schadelijke gevolgen van het moderne stadsleven op, maar in onderlinge samenhang tonen deze rapporten een verontrustend patroon. Hoewel de Amerikaanse medische ethiek voorschrijft dat wetenschappelijke rapporten zowel kleurloos als neutraal zijn en in een afschuwelijk dor proza worden gesteld, zijn de meest recente verhandelingen en rapporten over de bedreiging van het stedelijke gezondheidspeil opvallend levendig. Zij manifesteren zeer duidelijk een grote bezorgdheid voor het welzijn, zo niet voor het voortbestaan van de stedeling.

Een rapport van het „Surgeon General's Committee on Environmental Health Problems", verschenen in 1962 en opgesteld door een grote groep vooraanstaande geleerden, geeft in niet mis te verstane termen uiting aan deze bezorgdheid. „De toeneming van de bevolking en de voortschrijdende concentratie van mensen in de stedelijke gebieden van de Verenigde Staten" — aldus waarschuwt de commissie — „hebben de problemen van het menselijke levensmilieu op twee belangrijke, onderling verband houdende terreinen in het licht gesteld: (1) daar onze reserves aan lucht, water en land een vaste omvang hebben, doet de toeneming van de bevolking de hoeveelheid van elk dezer eerste levensbehoeften, waarover elk individu kan beschikken, voortdurend verder afnemen; (2) voortschrijdende concentratie van steeds meer afvalproducten in gebieden met een snel groeiende bevolking doet de uitwerking van deze afvalstoffen op de mens voortdurend toenemen. Het gaat hier om een bedreiging van verraderlijk karakter — een vorm van sluipende verlamming die — indien niet herkend en gecorrigeerd — even onafwendbaar tot de uiteindelijke dood van onze steden zal leiden als de hevigste epidemie".

Moge de toon van deze passage enigszins apocalyptisch schijnen, hij wordt volkomen gerechtvaardigd door de expansie van de metropolen. Tegen 1980 zullen naar schatting 174 miljoen mensen of 70 procent van de Amerikaanse bevolking in „Standard Metropolitan Areas" van 50.000 of meer inwoners leven. De overweldigende meerderheid van deze in hoge mate verstede-

lijkte bevolking — een mensenmassa die bijna even groot is als de huidige bevolking van het gehele continentale deel der Verenigde Staten — zal in slechts weinige, zich naar alle zijden uitstrekkende stedelijke gordels geconcentreerd zijn. De meeste daarvan zijn door de planologen reeds met toepasselijke namen gedoopt: de grootste, „Atlanticopolis" zal zich van Boston via New York en Philadelphia tot Washington uitstrekken, met een westwaartse uitloper van Albany tot Buffalo. Chicago is voorbestemd het plechtanker te zijn van twee zich ontwikkelende gordels waarvan de ene — „Lake Michiganopolis" — zich noordwaarts uitstrekt tot Milwaukee, en de andere — „Seawaypolis" zuidwaarts tot St. Louis. Een uitgestrekte stedelijke zone, „Pacificopolis", ontspringt in Californië en strekt zich in zuidelijke richting uit: van Sacramento over San Francisco en Los Angeles tot San Diego. Reusachtige stedelijke gordels ontstaan in Florida, Texas, Michigan, Ohio en zelfs in de afgelegen Appalachen-staten van het zuiden en de voor het overige schaars bevolkte Rocky Mountain-staten van het westen.

De contouren van deze stedelijke gordels zijn reeds in kaart gebracht, gepubliceerd, besproken en door stedebouwkundigen op hun waarde getoetst. Zij liggen in de nabije toekomst van de moderne mens, als een trage, schijnbaar bewegingloze, maar onweerstaanbare lavastroom die zich plotseling een weg heeft gebroken door de broeikas van een geen weerstand biedend woud. De gedachten van vooruitziende stedelijke planologen richten zich zelfs reeds op de tijd — vermoedelijk een generatie verder — dat de grondgebieden van de megalopolen tenslotte zullen samensmelten tot een gigantische nationale eenheid, een monsterachtig soort stad van onvoorstelbare proporties. Wij hebben woorden als „metropool" en „megalopool" bedacht om grote steden, respectievelijk gordels van grote steden aan te duiden. Dr. Constantine A. Doxiadis, een zeer gerespecteerd stedebouwkundige en architect, heeft in alle ernst een nieuw woord — „Oecumenopool" — voorgesteld. Met dat woord wordt dan het toppunt van toekomstige verstedelijking aangeduid: een „universele" stad die het gehele aardoppervlak zal beslaan.

Luchtverontreiniging

„Wij degraderen onze kostbare luchtvoorraad tot een reusachtige vuilnisbelt voor onze afvalgassen, onze rook en vele, vele andere verontreinigingen. Wij hebben de hemel tot een riool gemaakt."

ABRAHAM RIBICOFF

3 De dood uit de hemel

DE VIER DAGEN

Het begon bij het aanbreken van de dag, toen het grootste deel van de stad nog sliep. Langzaam slokte het de straten op en verdichtte zich vervolgens boven de daken van de huizen.

Een eenzame nachtwerker die zich op weg naar huis bevond, constateerde dat alle markante objecten in zijn buurt — de stoepen van de huizen en de voorgevels van de winkels — door mist waren versluierd. De lucht leek op een ongezond en tastbaar ding, met een prikkelende geur en een bittere, metalige smaak. Af en toe dook uit de mistgordijnen een motorvoertuig op — een spookachtige massa, die in het tempo van een processie voortkroop en waarvan de koplampen een zwakke poging deden de dikke, kleffe lucht te doorboren alvorens zij weer door de mist werden opgeslokt. Wie vroeg was opgestaan kon nauwelijks constateren of de dag al was begonnen; en toch was de ochtendzon al boven de horizon verschenen om een der gedenkwaardigste episoden in de geschiedenis van de stad aan te kondigen.

De kalender wees vrijdag 5 december 1952. De stad: Londen. Eer de zware mist vier dagen later zou optrekken, zouden honderden mensen aan de gevolgen zijn bezweken; twee weken later zou de abnormaal hoge tol aan mensenlevens die aan de mist werd toegeschreven zelfs tot in de duizenden zijn gestegen.

Londenaren zijn gewend aan dichte mist — „erwtensoep" zoals de meer gebruikelijke benaming luidt. De zware misten van Londen spelen een rol in een aantal der opwindendste verhalen uit de Engelse literatuur. In mist gehuld wordt Londen plotseling tot een mysterieuze stad. Bij het naderen van de winter rollen reusachtige massa's met vocht bezwangerde lucht uit de noordelijke Atlantische Oceaan op de stad af, om de Engelse metropool een groot deel van het seizoen in een dikke, soepige damp te hullen.

Op zichzelf is mist niet ongezond. Hoewel hij het zicht ver-

mindert en dientengevolge de indirekte oorzaak van tal van ongevallen is, is hij voor zover bekend niet schadelijk voor het menselijk lichaam. „Het is de 'smog' — de combinatie van 'smoke' (rook en andere luchtverontreinigingen) en natuurlijke 'fog' — die zo schadelijk is" — aldus constateert de Britse Commissie voor de Luchtverontreiniging. „Zwevend vuil verdicht en besmet de mist. De aanwezigheid van rook in de atmosfeer leidt tot een grotere frequentie en een grotere hardnekkigheid van de mist, en wel door er de condensatiekernen in te brengen die nieuwe, vochtige mistdeeltjes doen ontstaan. Ook wordt het zonlicht buitengesloten, met het gevolg dat de natuurlijke processen van verwarming en verdamping worden belemmerd."

De ontzagwekkende mist die op die vrijdag bezit van Londen nam, zou voor een typische smog hebben kunnen doorgaan, zij het dan een iets ergere smog dan gewoonlijk. Er deed zich echter een bijzondere omstandigheid voor: een *temperatuurinversie* in de luchtmassa's boven het grondgebied van de metropool. Vrijwel iedereen in de door smog geteisterde streken van de wereld heeft wel eens van deze meteorologische term gehoord. Normaliter neemt de luchttemperatuur naar boven toe af, en zelfs op een hete zomerdag kan het in de hogere luchtlagen bijzonder koud zijn. Dit effekt manifesteert zich ook in de eeuwige sneeuw, die de toppen van onze hoogste bergen bedekt. Maar soms schuiven de oprukkende warme luchtmassa's over de koelere luchtmassa's en gaan als deksel fungeren, waarbij zij de lucht verhinderen op te stijgen. In streken met temperatuurinversie blijft de lucht dicht bij het land hangen, om dit als het ware te blijven omhelzen tot de warme luchtlaag zich oplost. In plaats van zich te verspreiden beginnen de luchtverontreinigingen zich nu te concentreren. De smog wordt voortdurend dichter en begint in zijn uitwerking schadelijke en zelfs dodelijke proporties aan te nemen.

De golf van koude, welke die ochtend over de stad daalde, combineerde de uitwerking van de mist met die van de temperatuurinversie. Londen is een metropool die veel kolen verstookt. Als gevolg van het ijzige weer nam het brandstofverbruik van de stad toe — hetgeen een sterke stijging van de hoeveelheden roet en rook tengevolge had. Tijdens de duur van de smog bleek de rookconcentratie vijf maal boven het normale niveau te liggen. Daar steenkool tot 4 à 5 percent zwavel kan bevatten, steeg het gehalte aan zwaveldioxyde bijna tot het dubbele. Toen de zware mist zich eenmaal over de stad had gelegd, kwamen er duizenden levens in gevaar.

Hoe langer de dampige koude zou blijven aanhouden, hoe hoger het dodencijfer zou stijgen. De smog werd een sinistere bedreiging. Niemand wist precies wat er eigenlijk gaande was — tot veertien dagen later de volledige dodenlijst kon worden opgesteld. In diezelfde uren, waarin zich op de ochtend van die 5e december de dampen samentrokken en zich tot smog begonnen te verdichten, moeten de lezers van de Londense Times wel gegrinnikt hebben bij het lezen van een hoofdartikel waarboven de kop „*ZWAAR WEER OP TIL*" prijkte. Het blad gaf in deze beschouwing commentaar op de politieke situatie in het Lagerhuis, en bepaald niet op meteorologische fenomenen. Maar buiten het parlementsgebouw werd het weer met het uur slechter. Bij het invallen van de duisternis liep het verkeer volkomen vast. In verschillende delen van de stad had men nog geen tien meter zicht, en in de straten heerste een complete chaos. Op Hammersmith Bridge loodste Carol Dicey, de hoofdrolvertolkster van een pantomimeshow, de auto van haar begeleider onverschrokken door de mist. Achter de auto volgde een stroom van andere automobielen, waarvan de chauffeurs dankbaar van de diensten van de heldin gebruik maakten.

Miss Dicey vertelde later: „Ik sprong uit de auto, zodat mijn vriend mij met de koplampen kon beschijnen, en toen liep ik maar door. Andere bestuurders profiteerden van deze gelegenheid en het duurde niet lang of ik had een enorme optocht achter mij aan."

De volgende dag — het was een zaterdag — was de mist zo dicht dat slechts de dwingendste redenen — waaronder de mogelijkheid om onder de bescherming van een „rookgordijn" van dichte mist de winkels te plunderen — de mensen de straat op konden krijgen. De criminaliteit nam ongehoorde afmetingen aan. De gigantische metropool scheen het grootste deel van deze dag in duisternis gehuld. Op King's Cross Station — Londens fameuze eindpunt van tal van treinverbindingen — gloeiden de lampen op lugubere wijze in de dichte, met roet beladen lucht. Voor de Bank of England monteerde men ter halver hoogte van de lantarenpalen amberkleurige lampen, die als bakens voor de verkeersstroom moesten dienen.

's Zondags — de derde dag van de smog — werd de lucht zo vuil dat het zicht in sommige stadsdelen tot minder dan een meter werd gereduceerd. De situatie werd onheilspellend toen de Londenaren overal in de stad steeds vaker het naargeestige geloei van ambulance-auto's hoorden. Afgezien van straatongevallen — sommige mensen stapten per ongeluk zo

van de kaden de Theems in — begonnen de ziekenhuizen zich te vullen met zieke en stervende smog-slachtoffers. De martelende onzekerheid van de zenuwachtige familieleden werd nog aangewakkerd door het feit dat men als gevolg van de mist soms urenlang op medische hulp moest wachten. Wat miss Dicey twee avonden daarvoor had gedaan, moesten nu de mannen van de ziekenauto's doen: voor hun wagens uitlopen om deze naar de woningen van de slachtoffers te geleiden.

Toen de maandag aanbrak scheen de mist iets te zullen optrekken. Een lichte bries dreef de gigantische nevelmassa's naar het oosten, maar weldra keerden zij dichter dan ooit terug. De lucht boven Londen was nu dermate met vuil bezwangerd dat zij die in de mist liepen hun voeten niet meer konden zien. Letterlijk alle openbare vervoer moest worden gestaakt. Hoewel de ondergrondse nog reed, waren vrijwel alle bussen en bovengrondse spoorrijtuigen tot stilstand gekomen. Mensen uit de voorsteden die zich eerder op de dag in de zakenwijk van de city hadden gewaagd, stonden nu bij duizenden in de rij om kaartjes voor de terugreis te kopen. Toen er ergens vijftien auto's op elkaar inreden (waarbij merkwaardigerwijs niemand werd gewond) werd een aantal straten voor een deel van de avond voor alle verkeer gesloten. Wat de scheepvaart op de Theems betreft, deze was reeds dadelijk bij het invallen van de mist stilgelegd, en het luchtverkeer naar en van de Londense vliegvelden werd gestaakt.

Het was een vreemdsoortige mist: hij strekte zich niet verder dan 25 tot 30 kilometer van het hart van de stad uit. Het was ook een mist zonder precedent: „Zoiets hebben wij hier nog nooit meegemaakt" constateerde een bestuurslid van de Automobile Association. De Manchester Guardian plaatste de volgende aantekeningen van haar Londense correspondent:

„In het centrum van Londen was rond het middaguur de zon te zien. Eigenlijk kon men niet zeggen dat zij 'scheen', want zij hing chagrijnig in een vuile hemel en straalde niet meer licht uit dan een Chinese lampion die men vergeten heeft aan te steken. Maar al heel gauw trok de mist boven de rivier zich samen. Hij onttrok de scheepsmasten aan het oog en rolde over de aken, die sedert de scheepvaart zaterdag werd stilgelegd midstrooms en stevig aan elkaar vastgebonden liggen te wachten. Om vier uur kon men de overkant van de Theems niet meer zien. Nu zijn ook de lantarenpalen onzichtbaar geworden. Hun zwakke schijnsel is alleen nog zichtbaar als je er vlak onder staat en recht naar boven kijkt. Het is net of de lampen zonder steun in de lucht hangen."

En toen, op dinsdag 9 december, trok de mist plotseling op. De Londense bussen hervatten de normale dienst, en de aandacht van het publiek verlegde zich van de mist naar de rugbywedstrijd in Twickenham, naar de voorbereidingen voor de aanstaande kroning van koningin Elizabeth, en naar het sensationele proces tegen twee tieners die politieagent S. G. Miles hadden vermoord.

Maar de gevolgen van de mist hadden Londen niet verlaten. Binnen twaalf uur nadat de stad in dichte mist werd gehuld begonnen de ziekenhuizen te begrijpen dat er een ramp op til was. Onophoudelijk floepten in hun telefooncentrales de lichtjes aan en klonken er dringende verzoeken om ambulances en medische assistentie. Alleen al op die zaterdagavond toen de mist zijn greep op de stad verstevigde, steeg het aantal meldingen tot boven de 330 (het hoogste dagtotaal in de daaraan voorafgaande periode van vijf dagen bedroeg 250). Zonder dat het grote publiek er iets van besefte speelde zich in de schemerduistere zalen een afschuwelijk drama op leven en dood af. Men sleepte zuurstofcilinders naar de bedden van doodzieke, naar adem snakkende patiënten. Artsen en verpleegsters werkten als paarden om het lot van de stervenden te verlichten. Het ene bed na het andere vulde zich met mistslachtoffers; in een der ziekenhuizen steeg het aantal opgenomen patiënten met acute aandoeningen van de luchtwegen tot vier maal het normale.

Maar het ergste lag nog voor de boeg. De ironie van het lot wilde dat op dezelfde dag waarop de mist wegtrok (dinsdag 9 december) het aantal verzoeken om ziekenhuisopneming tot bijna 500 steeg. Om met dr. G. F. Abercrombie (voorzitter van de Londense „Emergency Bed Service") te spreken, bereikten de opnamen een „nog nooit vertoonde hoogte". Toen men eindelijk de balans van deze mist kon opmaken, bleek deze vrijwel alles te slaan wat men tot dusverre had meegemaakt. Terugblikkend op de Britse influenza-epidemie van de winter 1950-1951, constateerde dr. Abercrombie dat deze op haar hoogtepunt 1169 opnamen per dag had opgeleverd; op het hoogtepunt van de mist bedroeg het aantal opnemingen echter 2019. Anderen, die nog wat verder in de geschiedenis afdaalden, bevonden dat het verschil tussen het normale aantal sterfgevallen per week en het aantal sterfgevallen tijdens de mist van 1952 groter was dan het wekelijkse dodencijfer tijdens de Londense cholera-epidemie van 1866.

Meer dan 4000 inwoners van Groter Londen lieten het leven als gevolg van de smog. Om het wat puntiger uit te

drukken: meer dan 4000 mensenlevens werden nodeloos opgeofferd door het uit de hand lopen van de luchtverontreiniging. Er wordt zo vaak beweerd dat de slachtoffers van de Londense smog van december 1952 „zuigelingen en grijsaards” waren, maar dr. William P. Dowie Logan — de meest vooraanstaande Britse medische statisticus — wijst er met nadruk op dat „alle leeftijdsgroepen in meerdere of mindere mate aan de verhoging van de sterfte bijdroegen . . . en bepaald niet alleen de heel jonge of de heel oude mensen”. Deze conclusie wordt gesteund door een nadere blik op het cijfermateriaal. Nemen wij bijvoorbeeld het gemiddelde aantal sterfgevallen in Groter Londen in de drie weken tot de 13e december — de vierde dag na het optrekken van de mist — dan vinden wij dat de sterfte onder kinderen van vijf tot veertien jaar 164 percent van het gemiddelde bedroeg; bij jongelui van vijftien tot twintig jaar 131 percent, bij jonge volwassenen tussen de vijfentwintig en vierendertig jaar 227 percent en bij rijpe volwassenen tussen de 35 en 44 jaar 224 percent. De sterftecijfers voor de zeer jeugdigen (van 4 tot 52 weken) en van de hoogbejaarden (75 jaar en ouder) bedroegen 300 percent van het normale.

De Londense smog van december 1952 geldt als de ergste luchtverontreinigingsramp uit de geschiedenis van de geneeskunde. Niemand weet of vroegere mistperioden een nog hogere tol aan mensenlevens hebben geëist; de sterftestatistieken van voor de negentiende eeuw zijn ofwel te onvolledig, ofwel te onbetrouwbaar om veel meer dan gissingen toe te laten. Dat luchtverontreiniging in Londen een eeuwenoud probleem kan zijn geweest, wordt waarschijnlijk gemaakt door een wet die bijna 700 jaar geleden werd afgekondigd en waarbij het verbranden van „zeekolen” of steenkool in open haarden werd verboden. In het jaar 1306 werd in Londen zelfs een overtreder van dit verbod opgehangen. In 1661 spuwde John Evelyn genoeg literaire gal uit over de Londense „aer” om het tegen alle in het verleden geleverde en in de toekomst nog te verwachten commentaren op de problemen van de Londense luchtverontreiniging te kunnen opnemen:

„For when in all places the Aer is most Serene and Pure, it is here Ecclipsed with such a cloud of Sulphure, as the Sun itself, which gives day to all the World besides, is hardly able to penetrate and impart it here; and the weary Traveller at many Miles distance, sooner smells than sees the City to which he repairs.”

(„Want terwijl de lucht overal elders sereen en zuiver is,

wordt zij hier verduisterd door een zo grote wolk zwavel dat zelfs de zon, die de gehele overige wereld het daglicht schenkt, nauwelijks in staat is er doorheen te dringen en haar licht te laten schijnen; en reeds op vele mijlen afstand riekt de vermoeide reiziger de stad waarheen hij op weg is, nog eer hij haar ziet.")

Maar Evelyn was meer dan een venijnig criticus. Hij was ook een scherp waarnemer, die een duidelijk verband legde tussen bepaalde chronische ziekten van de luchtwegen en de luchtverontreiniging als gevolg van de rook van 'zeekolen'. „Wat anders", zo vraagt hij, „is de bron van vele longziekten indien het niet die 'helse en ijselijke wolk van zeekolen' is, die niet alleen permanent boven het hoofd van de stad hangt, maar die zich zo volledig mengt met de op zichzelf gezonde en voortreffelijke lucht dat de inwoners niets anders inademen dan een onzuivere dikke mist, vergezeld van een roetkleurige vuile damp die hen aan duizend ongemakken onderwerpt en hun longen aantast, zodat catarre, longziekte, hoest en tering in deze stad meer woeden dan op de gehele overige aarde".

Het kan zijn dat Evelyn driehonderd jaar geleden de betekenis van Londen als het wereldcentrum van luchtverontreiniging overdreef; maar in de negentiende eeuw was de stad de grootste metropool in Europa geworden, en eiste de „roetkleurige vuile damp" een hoge tol aan mensenlevens. Een vergelijkend onderzoek tussen zware mistperioden in de wintermaanden van 1873, 1880, 1882, 1891 en 1892 bewijst dat de sterftecijfers in die perioden aanmerkelijk hoger lagen dan in de mistvrije tijden. Hoewel deze perioden van dichte mist vlak op elkaar schijnen te volgen (vijf in een tijdvak van omstreeks twintig jaar) kwamen dodelijke smogs in de eerste helft van de negentiende en van de twintigste eeuw slechts zelden voor. De reeds eerder genoemde dr. Logan achtte het „verontrustend" dat er in de achtjarige periode, voorafgaande aan het jaar 1957 drie keer zeer dichte mist was opgetreden. In 1948 stierven er na een mistperiode in Groter Londen 300 mensen; de mist van december 1952 eiste zoals wij weten 4000 mensenlevens, en in januari 1956 vergde een dichte mist 1000 levens. In 1962 eiste een vierde kwaadaardige mist naar schatting het leven van 300 à 400 mensen.

DONORA

Londen is beslist niet de enige plaats waar dodelijke smogs

optreden. In december 1930 deden zich ook in de zwaar geïndustrialiseerde en met rook gevulde Maasvallei in België tal van ziektegevallen en zware verliezen aan mensenlevens voor. Een deken van mist, gecombineerd met een temperatuurinversie kostte 60 mensen het leven en wierp 6000 anderen op het ziekbed. En men vraagt zich af wat Evelyn wel geschreven zou hebben over de kwalijke „dampen" die zich tegen het einde van de jaren '40 over Donora legden. Tot de huidige dag is Donora niet alleen de naam van een kleine industriestad in Pennsylvanië, maar ook die van de eerste smog in de Verenigde Staten welke catastrofale proporties aannam. De Donora-smog van 1948 vertegenwoordigt een der zorgvuldigst bestudeerde luchtverontreinigingsperiodes in de medische geschiedenis. Tien jaar later — tegen het einde van de jaren '50 — werd de stad opnieuw door volksgezondheidsexperts onder de loep genomen — met resultaten welke een ieder zullen verontrusten die belang stelt in de uitwerking van luchtverontreiniging op langere termijn.

Donora noemt zich gaarne een „jonge stad". Het werd gesticht in 1901, toen de grote staalfabrieken van Pittsburgh zich als een olievlek zuidwaarts begonnen uit te breiden langs de oevers van de zich onstuimig naar de Ohio spoedende Monongahela rivier. Maar naar zijn uiterlijk te oordelen is Donora een stokoude, al vroeg door het leven getekende stad. Het ligt aan de binnenzijde van de scherpste haarspeldbocht in de Monongahela, een kilometer of vijftig van Pittsburgh. De oevers van deze bocht vormen een smalle, modderige vlakte en rijzen vervolgens steil omhoog, om zich voort te zetten in 120 meter hoge rotswanden. Somber, met roet overdekt en even lelijk als de naargeestige industriesteden van de Engelse Midlands is Donora de zetel van een staalfabriek, een draadtrekkerij, een zink- en zwavelzuurreductiefabriek — en toevallig ook nog de woonplaats van 7000 mensen. Maar voor alles is Donora het tehuis van de mist die van geen wijken weet. Deze mistperioden plegen halverwege de herfst te beginnen en houden soms bijna een week aan.

Na Berton Rouechés magnifieke beschrijving van deze mist in „Eleven Blue Men" heeft het geen zin de geschiedenis van Donora nog eens in details te verhalen, maar het heeft stellig nut het gebeurde nog eens in grote trekken na te gaan. Op een gure dinsdagmorgen (de 26e oktober 1948) begon zich een dichte mist over Donora te leggen, om als gevolg van temperatuurinversie vijf dagen te blijven hangen. De hele dinsdag en woensdag verdichtte de lucht zich met rook van Do-

nora's fabrieken, zodat de contouren van het landschap geleidelijk vervaagden. Vrijdags was de smog zo erg, dat men nauwelijks de overkant van de straat kon zien. Het zou nog erger worden: op het hoogtepunt van de smog daalde het zicht letterlijk tot nul. Mannen verdwaalden op weg naar huis, het verkeer kwam volledig tot stilstand.

Donora was juist bezig aan de voorbereidingen voor de jaarlijkse Allerheiligenoptocht, die deze vrijdag zou plaatsvinden. Maar de feestelijkheden draaiden op een teleurstelling uit. Tot de zwaarst teleurgestelden behoorden de dertig manschappen van Donora's vrijwillige brandweer. Commandant John Volk vertelde daarover aan Roueché:

„In het algemeen houd ik van optochten. Wij beschikken hier over een uitrusting die gezien mag worden. Maar wij hadden er weinig plezier van. Bijna geen mens kon ons zien voorbijtrekken, en wij op onze beurt konden de toeschouwers niet zien. De mist was zo zwart als roet, met het gevolg dat wij allemaal moesten hoesten. Het was een opluchting om aan de terugtocht te beginnen. Maar wij waren nauwelijks terug in de kazerne en hadden amper de wagens op hun plaats gezet en elkaar goedenavond gewenst of de telefoon ging. Russ en ik zaten net een kop koffie te drinken en ik was gewoon bang om de hoorn van de haak te nemen. Op een avond als deze kon een brand immers op een heel beroerde geschiedenis uitdraaien. Maar er was helemaal geen brand. Het was iemand op straat en de mist had hem te pakken. Hij zei dat hij bijna stikte, en dat er geen dokter te krijgen was. Nu wilde hij dat wij met het zuurstofapparaat kwamen, want hij snakte naar adem. Russ zegt dat mijn mond openviel van verbazing. Niet dat ik die man niet geloofde, want zijn stem klonk of hij al half dood was, maar wij zijn hier nu eenmaal niet gewend om voor ziekenverpleger te spelen. Maar je kan toch verdorie iemand ook niet zo maar laten creperen? En dus zei ik O.K., en gaf ik Russ opdracht de auto te pakken en er op af te gaan. Ik geloof dat wij op dat moment juist hebben gehandeld. Ik heb geen mens trouwens ooit het tegendeel horen beweren."

Van dat moment af werd de brandweer overstelpt met verzoeken om zuurstofapparaten. De ene noodkreet volgde op de andere en tenslotte was al onze zuurstof op — zo'n kleine 25.000 liter. Commandant Volk moest de hulp van nabijgelegen stadjes inroepen om de voorraad weer aan te vullen.

De dringende oproepen aan de brandweer vormden slechts een zwakke afschaduwing van de kritieke situatie waarmede

de acht geneesheren van Donora te kampen kregen. Het begon die vrijdag met een ware bestorming van de artsen door wanhopige, naar adem snakkende mensen uit de omgeving. Tegen de avond zaten alle wachtkamers tjokvol en in de spreekkamers rinkelden onophoudelijk de telefoons voor bedlegerige slachtoffers van de smog.

Maar wie de omvang van Donora's bezoeking het best konden peilen waren de verbijsterde begrafenisondernemers van het stadje. Toen zij 's zaterdags, vijf dagen na het begin van de mistperiode hun aantekeningen vergeleken, telden zij elf overledenen (normaliter kwamen er in Donora in een overeenkomstige periode slechts twee sterfgevallen voor). Van de bevolking als geheel realiseerde echter bijna niemand zich hoe zwaar de gemeente was getroffen — tot die zaterdagmiddag de eerste geruchten begonnen te circuleren dat de stad door een ware luchtvervuilingsramp was getroffen. Toen de mist eindelijk optrok, bleken twintig mensen het leven te hebben verloren. Niet minder dan 5900 mensen — bijna 43 percent van de totale bevolking van Donora en de omliggende stadjes Carroll en Webster — waren meer of minder ernstig ziek.

Een juister beeld van de omvang van de ramp krijgt men wanneer men bedenkt dat als deze zich in een stad als New York had voltrokken meer dan 11.000 mensen zouden zijn gestorven en het aantal zieken vier miljoen zou hebben bedragen. Eerst op maandag 2 november kwam er een einde aan de smog, toen de hoeveelheid luchtvuil door wind en regen drastisch werd gereduceerd.

In tegenstelling tot vele gebeurtenissen van deze aard die zich elders hebben voorgedaan, waren de acute ziekte- en sterfgevallen als gevolg van de luchtverontreiniging in de Maasvallei, in Londen en in Donora niet toe te schrijven aan „ongelukken". Weliswaar werd in elk dezer gevallen de toestand door temperatuurinversie dusdanig verergerd dat een punt werd bereikt waarop reeds weinige dagen na het opkomen van de mist een groot verlies aan mensenlevens moest worden geboekt, maar deze temperatuurinversies zijn bepaald niet zeldzaam te noemen. De rampen waren dan ook het logische gevolg van toenemende luchtverontreiniging, en niet van „industriële ongelukken" of „ongewone weersomstandigheden". Mogelijk had men ze kunnen voorzien. Maar tot voor kort waren de verantwoordelijke autoriteiten eenvoudig niet op de hoogte van hetgeen dr. Richard A. Prindle van de U.S. Public Health Service omschrijft als het „rampen-potentieel"

van zware luchtverontreiniging in woongemeenschappen. Hoewel zich zowel in de Maasvallei als in Donora en Londen nog steeds luchtverontreiniging voordoet, zijn de gezondheidsautoriteiten daar nu bij voortduring op hun hoede voor de mogelijkheid van rampen. Bovendien zijn er serieuze pogingen gedaan om het door smog aangerichte onheil in te perken.

Wat de Amerikaanse volksgezondheidsautoriteiten tegenwoordig werkelijk bezorgd maakt, zijn echter niet de kleine steden zoals Donora, waar het noodlot reeds eenmaal toesloeg en de bevolking zich nu scherp bewust is van de gevaren van luchtverontreiniging. Veel ernstiger acht men de gevaren voor de reusachtige grootstedelijke zones zoals die van New York, Washington en Philadelphia, waar reusachtige mensenmassa's in zalige onwetendheid verkeren omtrent de potentiële mogelijkheid van rampen. Er bestaan bewijzen dat zich in grootstedelijke gebieden vrijwel onopgemerkt door het publiek reeds luchtverontreinigingsdrama's hebben voltrokken. In 1962 publiceerden dr. Leonard Greenburg en dr. Morris Jacobs met hun medewerkers een studie van de sterfgevallen die zich in de maand november 1953 in New York voordeden, toen de lucht als gevolg van temperatuurinversie tien dagen lang bijzonder sterk verontreinigd was. „Op de ochtend van de 18e november werden wij voor het eerst met een alarmerende situatie geconfronteerd" schrijft dr. Greenburg (voormalig inspecteur van de luchtverontreiniging in New York) in zijn commentaar op de cijfers van dr. Jacobs. „Waarnemingen in het laboratorium van de afdeling Luchtverontreiniging van New York City brachten in vergelijking met de vorige dag een aanmerkelijke stijging der zwaveldioxydeconcentraties in de lucht aan het licht, tot boven het niveau dat voor New York normaal moet worden geacht. Tegelijkertijd werd het kantoor van de afdeling overstroomd met telefoontjes van New Yorkers, die klaagden over prikkeling van de ogen en hoestneigingen. De telefoontjes kwamen uit verschillende delen van het gebied van Groot New York, hetgeen erop wees dat het verschijnsel een grote oppervlakte besloeg".

Het was geen bijzonder spectaculaire smog, en er werden niet onmiddellijk pogingen in het werk gesteld om haar uitwerking te toetsen. Bovendien zou een diepgaand onderzoek naar de gevolgen een zorgvuldige vergelijking van de sterftecijfers in New York City noodzakelijk hebben gemaakt, en wel over de perioden voor, tijdens en na het optreden van de smog. Toen het Greenburg - Jacobs rapport tenslotte was voltooid, stonden de resultaten van het onderzoek niet langer

„in het nieuws", zodat zij slechts weinig publieke belangstelling trokken. Maar de statistieken tonen duidelijk aan dat het aantal sterfgevallen in New York City in de tiendaagse periode van 15 tot 24 november 240 hoger lag dan normaliter had mogen worden verwacht. „Vergelijkt men de sterfte in deze periode met de overeenkomstige perioden in de vijf jaren van 1951 tot 1956, dan schijnt deze stijging zich onder alle leeftijdsgroepen gelijkelijk te hebben voorgedaan," aldus Greenburg en Jacobs. Hun verklaring is een verontrustende verwijzing naar het feit dat acute luchtverontreiniging ook onder de opgroeiende jeugd en onder jeugdige volwassenen slachtoffers pleegt te eisen, ook al worden zuigelingen en ouden van dagen het zwaarst getroffen.

NIEMAND WEET HET

Het Greenburg-Jacobs rapport vertegenwoordigt een stuk pioniersarbeid. Niemand in New York City of in een ander grootstedelijk gebied weet hoeveel mensenlevens er voor of na 1953 ten offer zijn gevallen aan acute luchtverontreinigingsperioden. Er hebben zich diverse temperatuurinversies voorgedaan, maar ook mist, smog, nevels en „smazes" — een samentrekking van „smoke" en „haze" — om enkele termen uit het groeiende luchtverontreinigingsjargon te gebruiken. Wat echter tot dusverre ontbreekt is een fikse hoeveelheid statistisch materiaal met betrekking tot de sterfte in perioden van luchtverontreiniging. Men is het er evenwel algemeen over eens dat toeneming van de luchtverontreiniging in menselijke gemeenschappen een toenemend risico van rampen met zich meebrengt. In een verklaring voor de Muskie commissie (een speciale subcommissie uit de Amerikaanse senaat, onder leiding van senator Edmund S. Muskie uit Maine) wees de gewezen minister van Volksgezondheid, Onderwijs en Openbaar Welzijn, senator Abraham Ribicoff, op het feit dat nog slechts kort geleden, n.l. in het jaar 1962, een boven de noordoostelijke staten van Amerika stilhangende luchtmassa „van Richmond tot Boston een constante, alarmerende toeneming van het luchtverontreinigingsniveau veroorzaakte. Als wij geen geluk hadden gehad en deze bezwangerde luchtmassa niet naar de Oceaan was weggeblazen, zouden de Verenigde Staten mogelijk de grootste luchtverontreinigingsramp uit hun geschiedenis hebben beleefd".

Maar hoeveel mensen zouden van het bestaan van een ramptoestand hebben geweten als de vervuilde lucht nu eens *niet* over de oceaan was weggeblazen? Vermoedelijk slechts

zeer weinigen. De grote meerderheid van de Amerikaanse burgers in deze streek zou even onkundig zijn gebleven van het bestaan van een luchtverontreinigingsplaag als de meerderheid van de Londenaren in december 1952. Er bestaat geen complex van ziekteverschijnselen dat als „smogziekte" bekend staat, hoewel tijdens de Londense smog van 1952 een der plaatselijke artsen, dr. John Fry, een reeks symptomen beschreef welke mogelijk eens als kenmerkend voor „smogziekte" zullen worden beschouwd. De voornaamste klacht was volgens dr. Fry „een zeer droge hoest met zeer weinig sputum. Het weinige sputum dat werd aangetroffen bestond uit een zwarte of grijze substantie." Zes patiënten kregen plotselinge aanvallen van braken, een symptoom dat zich ook bij de slachtoffers van de Donora-ramp manifesteerde. „Deze aanvallen deden zich voor toen de smog haar grootste dichtheid had bereikt" aldus dr. Fry, „en zij gingen niet gepaard met andere maag-darm-stoornissen. Het is aannemelijk dat de oorzaak moet worden gezocht in prikkeling van het maag-darmkanaal als gevolg van het inslikken van mist".

De respiratoire symptomen waren hardnekkig van aard. Zij bleven de slachtoffers van de mist nog negen etmalen plagen en het verloop van de ziekte „werd op geen enkele aantoonbare wijze door de toegepaste behandeling beïnvloed". Niemand stierf aan het syndroom van de door dr. Fry vermelde ziektesymptomen, maar wel stierven duizenden mensen aan conventionele ziekten waarvan het verloop door de vuile, giftige lucht van de Londense smog werd verhaast. In de drie weken tot de 13e december 1952 — dat is vijf dagen na het optrekken van deze smog — schoot de gemiddelde sterfte aan bronchitis tot 1083 percent van het normale niveau omhoog. Voor de sterfte aan influenza (griep) was dit 720 percent, voor longontsteking 486 percent, voor tuberculose 453 percent en — wat niemand had verwacht! — voor hoge bloeddruk 294 percent.

Afzonderlijke sterfgevallen ten gevolge van bronchitis, influenza, longontsteking, tuberculose en hypertensie trekken in een grote stad nauwelijks de aandacht — tenzij de samenleving er wordt geteisterd door een krachtige stijging van de algemene sterfte. In Londen moesten meer dan vierduizend mensen het leven verliezen eer het tot een krachtige publieke reactie op de acute gevaren van de smog kwam. Men vraagt zich af welke catastrofale sterftecijfers er wel nodig zijn om het *Amerikaanse* volk wakker te schudden voor de acute dreiging van de luchtverontreiniging in de Verenigde Staten.

4 | Stille rampen

Acute luchtverontreinigingsepisoden zoals de smogs van Londen en Donora zijn herhaaldelijk vergeleken met plagen en epidemieën. Zij hebben een duidelijk afgebakend begin en einde. Geschiedt het wetenschappelijk onderzoek met voldoende nauwgezetheid, dan kan het aantal slachtoffers van deze episoden met een redelijke mate van accuratesse worden bepaald. Er bestaat evenwel een andere soort luchtverontreiniging, die op de lange duur schadelijker kan blijken dan de rampen welke zich in Londen en in Donora voltrokken. Dit type wordt in de Verenigde Staten als *„persisterende"* (d.w.z. continue of „sluipende") luchtverontreiniging aangeduid. „Persisterende" luchtverontreiniging kan zowel de vorm aannemen van een permanente smog, als het meer karakteristieke beeld vertonen van een zeer zwakke contaminatie, die moeilijk waarneembaar is en waarin van dag tot dag slechts weinig verandering optreedt.

LUCHTVERONTREINIGING OP Z'N LONDENS

Dr. Richard A. Prindle omschrijft de gevolgen van persisterende luchtverontreiniging als „de langdurige blootstelling van mensen aan verontreinigende stoffen, met als mogelijke gevolgen chronische ziekten, voortijdige dood en geleidelijke verwoesting van de gezondheid". Hij voegt daar aan toe: „Ook dit is een ramp, of wij ons daar nu van bewust zijn of niet en of wij de omvang van het kwaad kennen of niet; de geleidelijke verspilling van menselijk potentieel als gevolg van dood, lichamelijke defecten of invaliditeit is immers altijd een ramp. Het feit dat wij er nog niet in geslaagd zijn de juiste omvang vast te stellen van wat zou kunnen worden omschreven als 'een zich in alle stilte voltrekkend, subtiel maar nimmer eindigend proces' maakt dit gebeuren niet minder rampzalig".

Laat er geen verschil van mening bestaan over de ernst van deze stille, nimmer eindigende rampen: in uiteenlopende mate beïnvloeden zij de gezondheid van minstens drie van de

vijf Amerikanen. Volgens schattingen in het stafrapport van de Muskie commissie hebben *alle* stedelijke gebieden met een bevolking van een miljoen of meer met ernstige luchtverontreinigingsproblemen te kampen. Verreweg de meeste steden met een inwonertal van 10.000 of meer hebben eveneens in de een of andere vorm last van luchtverontreiniging. Het vraagstuk van de persisterende luchtverontreiniging neemt in betekenis toe wanneer men zich concentreert op de dicht bevolkte, sterk geïndustrialiseerde zones van de Verenigde Staten. Zo rapporteert de „New York State Air Pollution Control Board" dat slechts een van de veertig gemeenten met inwonertallen boven de 25.000 „een te verwaarlozen luchtvervuiling vertoonde". De verzamelde gegevens tonen aan dat „omstreeks drie-vijfde van de gemeenten van 5000 tot 25.000 inwoners en ongeveer een derde van de gemeenten met minder dan 5000 inwoners te kampen hadden met meer of minder ernstige luchtverontreiniging".

In tegenstelling tot acuut optredende, tijdelijke smog, beperkt persisterende luchtverontreiniging zich niet tot sterk verstedelijkte of geïndustrialiseerde gebieden. Het komt vaak voor dat een in hoofdzaak landelijke provincie te lijden heeft van de verontreinigingen, die afkomstig zijn van een kleine stedelijke gemeenschap. Om een der talrijke voorbeelden daarvan aan te halen: in het laatst van de jaren '50 kreeg de U.S Public Health Service het verzoek van de Dienst voor de Volksgezondheid van de staat Tennessee zijn medewerking te verlenen aan een onderzoek naar de luchtverontreinigingsproblemen in dit deel van Amerika. In weerwil van talrijke sociale veranderingen draagt Tennessee in hoofdzaak nog een landelijk karakter. Meer dan de helft van de bevolking woont in landelijke gemeenten van minder dan 2500 zielen. Zij die tot deze landelijke bevolkingssector behoren, zijn in overweldigende meerderheid in de landbouw werkzaam. Desondanks bewees het onderzoek dat 92 percent van de provincies van Tennessee met inwonertallen boven de 30.000 „de aanwezigheid van ontoelaatbare hoeveelheden verontreinigingen" rapporteerden. Volgens het onderzoek omvatte het merendeel van deze provincies als regel ook een stedelijke gemeenschap van minstens 10.000 zielen. Wat Tennessee als geheel betreft onthulde het onderzoek dat bijna 60 percent van alle plaatselijke gezondheidsdiensten in deze staat klaagde over min of meer sterke publieke overlast of ongemak als gevolg van luchtverontreiniging. Bijna 20 percent rapporteerde schade aan eigendommen en omstreeks 10 percent maakte melding van schade aan de

vegetatie of aan de fauna. In bijna de helft van het aantal districten dat onder de Dienst voor de Volksgezondheid van Tennessee ressorteert, bleken er mensen te zijn die „bij de plaatselijke autoriteiten klachten wegens luchtverontreiniging hadden ingediend".

Wat zijn de voornaamste verontreinigingen die de lucht boven de Amerikaanse steden bezoedelen, en waar komen zij vandaan?

In beginsel kan men de luchtverontreinigingen verdelen in twee reusachtige groepen, die elk op hun beurt in specifieke stoffen kunnen worden onderverdeeld, zoals rook, dampen, stof, mist, en een grote verscheidenheid aan gassen. De rubricering van verontreinigingen is voor de leek geen eenvoudige zaak — vooral niet wanneer men rook verwart met dampen, mist en gassen, en aerosolen met zuren. (Onder aerosolen verstaat men mengsels van fijnverdeelde vaste of vloeibare stoffen met een gas, onverschillig of dat nu de buitenlucht is of het gas uit een spuitbusje. Aerosolen vinden ook toepassing in de oorlogvoering in de vorm van rook- of nevelgordijnen.) Deskundigen hebben tot dusverre omstreeks honderd luchtverontreinigers chemisch geïdentificeerd, maar naarmate het onderzoek voortschrijdt kan een verdere stijging van dat aantal worden verwacht. De dampkring die de aarde omringt is een verbazingwekkend laboratorium van op elkaar inwerkende fysische en chemische krachten. Zelfs als men de menselijke activiteiten buiten beschouwing laat, brengt de natuur zonder ophouden een grote hoeveelheid materie in de lucht en verwijdert deze ook weer, b.v. stof, gassen, stuifmeel, water. Natuurlijke „luchtverontreiniging" wordt zowel beïnvloed door het zonlicht als door seizoenwisselingen, plaatselijke vegetatie en topografie en zelfs door de stromingen in de oceanen. Concentreer verscheidene miljoenen mensen in een klein gebied, met een veelheid aan fornuizen, verbrandingsovens, brandende afvalhopen, motorvoertuigen, treinen, vliegtuigen, fabrieken, hoogovens, chemische bedrijven, elektrische centrales en olieraffinaderijen, die stuk voor stuk de atmosfeer als een reusachtige vuilnisbelt voor vaste, vloeibare en gasvormige afvalstoffen gebruiken — en de rommel in de lucht wordt naar alle waarschijnlijkheid fantastisch gecompliceerd van samenstelling. Zonder dat hij grappig wilde zijn schreef dr. Walsh McDermott, een vooraanstaand Amerikaans deskundige op het terrein van de volksgezondheid: „Het meeste afval komt in de lucht als men het verbrandt".

Ga maar eens na wat er gebeurt als wij een ton steenkool

verbranden. In de loop van dit proces produceert deze brandstof 68 kilogram vaste verontreinigingen (hoofdzakelijk roet en vliegas), 36 kg zwaveldioxyde, 3,5 kg stikstofdioxyde, 14 kg zuren en een kleine 10 kg aan uiteenlopende verontreinigingen, in hoofdzaak uit koolwaterstoffen bestaande. Maar met de produktie van deze afvalstoffen is het proces van de luchtverontreiniging geenszins ten einde. Zo zijn roet en vliegas chemisch tamelijk stabiele verontreinigingen; zij zetten zich af op vensterbanken, gordijnen en meubelen en hechten zich aan de slijmvliezen van de menselijke luchtwegen en ondergaan daarbij slechts zeer langzaam veranderingen. Sommige van de bij de verbranding van steenkool vrijkomende gassen ondergaan daarentegen zeer snelle chemische wijzigingen, waarbij zij veelal giftiger worden dan zij oorspronkelijk waren.

Zwaveldioxyde is een goed voorbeeld van een schadelijk gas dat onder bepaalde weersomstandigheden in een nog schadelijker verbinding kan overgaan. Britse gezondheidsautoriteiten beschouwen zwaveldioxyde als een der voornaamste oorzaken van het door de Londense smog van 1952 aangerichte onheil. Het vervult de lucht in vrijwel alle grote steden van Europa en Amerika. Volgens dr. Harry Heimann van de U.S. Public Health Service veroorzaakt het gas reeds in betrekkelijk geringe, niet ongebruikelijke concentraties krampen van het gladde spierweefsel van de longen. In abnormaal hoge concentraties verhoogt het de slijmafscheiding in de luchtwegen. Onder de inwerking van zonlicht en van bepaalde metaalhoudende luchtverontreinigingen onttrekt zwaveldioxyde een zuurstofatoom aan de atmosfeer en zet zich om in zwaveltrioxyde — een bijzonder irriterende nevel die reeds in geringe concentraties ernstige krampen in de luchtwegen veroorzaakt. Deze chemische veranderingen kunnen zelfs nog schadelijker worden, want in aanwezigheid van waterdamp kan zwaveltrioxyde in zwavelzuur overgaan — een der bijtendste zuren welke de scheikunde kent.

Voor de ademhalingsorganen van guinese biggetjes is een mengsel van zwaveldioxyde en zwavelzuur schadelijker gebleken dan een dubbele concentratie van elk dezer bestanddelen afzonderlijk. Dit „cumulatieve effect” wordt als „synergisme” aangeduid. Als gevolg van synergistische werking wordt het schadelijk effect van de afzonderlijke verontreinigingen dikwijls aanmerkelijk vergroot.

Rook, roet en zwavelzuurverbindingen vormen de voornaamste bestanddelen van wat gewoonlijk het „Londense type” van

luchtverontreiniging wordt genoemd. Dit is de traditionele vorm van luchtverontreiniging die in de oudere steden van de Verenigde Staten zoals New York en Philadelphia de overhand heeft. De scherpe stank die in het zeventiende-eeuwse Engeland de woede van John Evelyn opwekte werd voornamelijk door zwaveldioxyde veroorzaakt. Dit gas, dat niet alleen bij de verbranding van steenkool ontstaat, doch ook bij de petroleumraffinage en bij het smelten van metalen, doet steeds opnieuw aanslagen op de zintuigen van de bezoekers van sterk geïndustrialiseerde gebieden. Alleen al door de verbranding van steenkool wordt in de Verenigde Staten per etmaal 50.000 ton zwaveldioxyde de lucht in gejaagd. „Naar het volume gerekend" — aldus het stafrapport van de Muskie commissie — „is dit voldoende om de lucht in een gebied van bijna 120.000 vierkante kilometer, dat is meer dan de oppervlakte van de gehele staat Pennsylvanië, tot een hoogte van 120 meter te verontreinigen in een concentratie van 1 deel per miljoen — genoeg om schade aan de vegetatie toe te brengen."

Hoewel verontreinigde lucht van het Londense type wordt gekarakteriseerd door een hoog gehalte aan vaste deeltjes en aan zwaveldioxyde, loopt de verhouding van deze verontreinigingen in verschillende gemeenten zeer sterk uiteen. Steden met een inwonertal van drie miljoen (New York en Chicago) hebben drie maal zoveel vaste deeltjes in de lucht als die met een bevolking van 10.000 tot 20.000 zielen. Maar het aantal inwoners van een gemeente is niet de enige factor die de mate van luchtverontreiniging bepaalt. Toronto's bevolking (670.000) bedraagt slechts een fractie van die van New York, maar in het midden van de jaren '50 werden deze steden door een zelfde hoeveelheid atmosferisch stof geteisterd. Deze overeenkomst kan worden verklaard door de grotere industriële activiteit in Toronto. Het industriële Manchester en het commerciële Londen ontvangen tussen twee haakjes een vrijwel gelijke hoeveelheid luchtstof, hoewel eerstgenoemde stad naar haar bevolking gerekend slechts een vijfde van de omvang van Londen heeft. *

Een groot deel van de schadelijke rommel in volgens het „Londense patroon" verontreinigde lucht zou nooit in de atmosfeer terecht behoeven te komen als men slechts voldoende

* Afgezien van het hoge gehalte aan rook, roet en zwavelverbindingen is het vrijwel onmogelijk generaliserend te spreken over de mate waarin de lucht boven een industriestad is verontreinigd, wanneer men

aandacht en geld aan het probleem besteedde. Reeds in 1890 kende men uitstekende methoden om de rokerigheid van brandende steenkool binnen de perken te houden; Britse wetenschappelijke onderzoekers wezen er reeds toen op dat het vraagstuk kon worden opgelost door het gebruik van mechanische stookinrichtingen, rookloze brandstoffen en verbeterde vuurhaarden. „Ten tijde van de eeuwwisseling was dan ook vrijwel alles wat wij thans weten over ontstaan en verwijdering van rook reeds bekend" — aldus de mening van dr. E. C. Halliday, een bekend deskundige op het terrein van de luchtverontreiniging. „Maar", zo voegt hij er aan toe, „er werd vrijwel niets gedaan om de rokerigheid van de steden tegen te gaan". Als men minder aandacht zou schenken aan de kosten en meer oog zou hebben voor de volksgezondheid, zou zelfs de produktie van zwaveldioxyde — inderdaad een zeer moeilijk onder controle te brengen luchtverontreiniger — kunnen worden ingeperkt. In Battersea past de London Power Company een methode toe met behulp waarvan het zwaveldioxyde voor 95 percent uit de verbrandingsgassen van haar met olie gestookte installaties kan worden verwijderd. Toepassing van dit systeem in een met kolen gestookte elektrische centrale zou per ton verstookte kolen een bedrag van 7 gulden extra vergen; het gros der elektrische centrales en fabrieken verlaat zich echter nog geheel op de bouw van zeer hoge schoorstenen, die moeten verhinderen dat het publiek teveel overlast van het ontsnappende gas ondervindt.

In weerwil van het nationale rumoer over luchtverontreiniging beschikken slechts vijftien Amerikaanse staten over

---

niet precies weet wat de belangrijkste industrieën in de betrokken gemeente zijn. Een industriestad met aluminium-, staal-, fosfaat-, baksteen- of aardewerkfabrieken besmet de lucht naar alle waarschijnlijkheid met grote hoeveelheden fluorwaterstof. Het gehalte behoeft niet eens erg hoog te zijn om ernstige schade aan de plantenwereld aan te richten. Van fluorwaterstof is bekend dat het reeds in uiterst geringe concentraties — in de orde van een deel op de vijftig miljoen tot een deel op de twintig miljoen — schadelijk is voor perzikbomen. (Ook in Nederland is door fluorverbindingen afkomstig van het door de Koninklijke Nederlandse Hoogovens en Staalfabrieken bij de staalfabricage gebruikte vloeispaat — calciumfluoride — voor tonnen schade aangericht aan de bloembollenteelt.) Soms concentreren fluorverbindingen zich in zo sterke mate in gras en planten dat vee en huisdieren worden vergiftigd. In sommige industriesteden is de lucht bezwangerd met relatief grote hoeveelheden mangaanverbindingen, radioactieve isotopen en kleurstoffen, waarvoor vele mensen allergisch zijn — kortom een hele verzameling „exotische" verontreinigingen die wat de menselijke gezondheid betreft in een bijzonder kwade reuk staan.

de een of andere instantie die er toezicht op houdt. Slechts één staat — Californië — spendeert meer dan een kwart miljoen dollar per jaar aan beschermende maatregelen. De situatie wordt er bepaald niet beter op wanneer wij afdalen tot het niveau van de afzonderlijke gemeenten, welker bevolking rechtstreeks met luchtverontreiniging wordt geconfronteerd. Volgens het stafrapport van de Muskie commissie vallen „van de 218 stedelijke gemeenten met meer dan 50.000 inwoners die in meerdere of mindere mate met luchtverontreiniging te kampen hebben, slechts 119 — dat wil zeggen 55 percent — onder het toezicht van een controlerende instantie... In 1961 was het aantal plaatselijke instanties die zich met luchtverontreinigingsproblemen bezighielden sedert 1952 met 37 toegenomen, maar afgezien van de nieuwe instanties in Californië beschikken slechts vijf daarvan over meer dan twee employés. Ook werden gedurende het tijdvak vijf plaatselijke instanties ontbonden. Het is duidelijk dat — afgezien van Californië — in de afgelopen tien jaren nauwelijks enige voortgang is geboekt met de pogingen om tot betere coördinatie van de hulpbronnen van de met de bestrijding van de luchtverontreiniging belaste plaatselijke organisaties te komen..."

Met een afgunstige blik op de hulpmiddelen en activiteiten van vele plaatselijke bestrijdingsorganisaties, maakt het rapport een rake opmerking: „Aangezien vele plaatselijke projekten aanvankelijk uitsluitend op de rookbestrijding waren gericht, werd het personeel vaak geselecteerd op grond van zijn kennis van stookprocessen. De meer gevarieerde en meer gecompliceerde bronnen van luchtverontreiniging die tegenwoordig de grootste problemen opleveren, vallen dikwijls buiten hun competentie. Onder deze omstandigheden kan zich de natuurlijke neiging voordoen, zich op *die* problemen te concentreren, waarmede men vertrouwd is".

De klacht kon nauwelijks voorzichtiger worden geformuleerd. Niet alleen hebben de plaatselijke instanties gefaald door zich onvoldoende op de hoogte te stellen van de groeiende problemen die door luchtverontreiniging van het Londense type worden geschapen, maar bovendien krijgen zij met een nieuwe vorm van luchtverontreiniging te kampen: het „Los Angeles type" dat een vorm van atmosferische bezoedeling vertegenwoordigt die zich meer en meer in vele grote stedelijke centra van de wereld begint voor te doen. De keuze van deze benaming leidt nogal eens tot de veronderstelling, dat de zich voortdurend uitbreidende Amerikaanse steden een geheel eigen type luchtverontreiniging zouden kennen. In werkelijkheid is

de luchtverontreiniging van het Los Angeles type het gemeenschappelijke produkt van petroleumafval, zonlicht, uitlaatgassen van automobielen en een aantal meteorologische omstandigheden die zich ook elders in grote stedelijke centra voordoen, zowel in de Verenigde Staten als in de rest van de wereld. Het was echter Los Angeles dat deze problemen in een zo spectaculaire vorm onder de aandacht van de wereld bracht. Zoals wij hieronder zullen zien waren de eerste Spaanse ontdekkingsreizigers reeds vier eeuwen geleden, toen men iedereen die in een automobiel zou rijden wegens „zwarte kunst" op de brandstapel zou hebben gezet, op de hoogte met de omstandigheid dat het gebied waar thans Los Angeles ligt bijzonder vatbaar is voor luchtverontreiniging.

LUCHTVERONTREINIGING IN LOS ANGELES STIJL

Men zou in zekere zin kunnen beweren dat de streek waar thans de stad Los Angeles ligt werd 'ontdekt' doordat er een door mensen geschapen smog hing. De eerste historische beschrijving die wij van die streek hebben, komt voor in het dagboek van Juan Rodriguez Cabrillo, een Spaanse zeevaarder die het anker liet vallen in wat tegenwoordig de San Pedro Baai heet. Toen hij op een kalme oktobernamiddag in het jaar 1542 de noordelijke kust bestudeerde, viel het Cabrillo op dat de rook van een aantal Indianenkampen een meter of honderd rechtstandig omhoog ging, om vervolgens paddestoelvormig uit te waaieren en een blauw waas over de vallei te leggen. Hoewel de Spanjaard in de verte hoge bergtoppen kon onderscheiden, schenen deze uit een waas van rook op te rijzen. Cabrillo noteerde het fenomeen plichtsgetrouw in zijn journaal en doopte de baai de „Baai der Dampen". Later werd de naam gewijzigd in San Pedro Baai, maar het zou duidelijk worden dat Cabrillo's oorspronkelijke inspiratie een beter beeld van de werkelijkheid gaf. Als eerste Europeaan die ooit een blik op deze streek sloeg was hij onmiddellijk geconfronteerd geworden met een der talrijke hoogtepunten van de plaatselijke temperatuurinversie, zich manifesterend in het door de kampvuren der Indianen gevormde rookwaas.

Cabrillo was bepaald niet de laatste blanke man die in de vier eeuwen welke sedert zijn ontdekking zijn verlopen met eigen ogen aanschouwde dat de streek zuchtte onder een meteorologische plaag. Afgezien van een onregelmatig gevormde kuststrook langs de Stille Oceaan, is Los Angeles vrijwel geheel omsloten door bergen en heuvels. Het land stijgt geleide-

lijk tot een hoogte van 600 meter, tot het zowel in het noorden als in het oosten en in het zuiden op de omringende bergen stuit. De aldus gevormde vallei, die bekend is om haar gelijkmatige klimaat, verheugt zich overdag in lichte zeebriesjes en des avonds in een landwindje. Als regel bewegen de winden zich in oostelijke richting, van de kust naar de bergen. De vallei is geheel gedrenkt in het intense, schitterende zonlicht dat zo karakteristiek is voor Zuid-Californië. Befaamd om haar gunstige klimaat, haar fraaie aardrijkskundige ligging en haar vergezichten op de oceaan, scheen de streek ideaal voor de vestiging van een stad. Tot 1940 had de vallei in totaal een bevolking van bijna 3 miljoen mensen aangetrokken — een snelle groei, daterend vanaf de tijd dat Los Angeles de „filmhoofdstad" van de wereld was geworden.

Maar de streek van Los Angeles lijdt aan een ernstig euvel: zij is slecht, om niet te zeggen *buitengewoon* slecht geventileerd. Gedurende het overgrote deel van zomer en herfst strekt zich over de noordelijke Stille Oceaan een reusachtig hogedrukgebied uit — een enorme luchtmassa die van de Californische kust tot de Hawaii-eilanden reikt. Als regel is de „hoge" lucht die zich van deze massa afsplitst en Californië binnenvalt, warmer dan de door de Oceaan gekoelde briesjes welke zich langs de oppervlakte bewegen. Het gevolg is dat hier gemiddeld 260 dagen per jaar temperatuurinversie heerst (als regel wordt de lucht naar boven toe kouder; bij temperatuurinversie is het andersom en blijft een koelere luchtlaag opgesloten onder een warmere). Zijn de zeebriesjes niet krachtig genoeg om de stagnerende lucht uit het bekken van Los Angeles te verdrijven, dan legt zich een dodelijke rust over de streek. * De warme, van hoog boven de oceaan komende lucht werkt dan als een deksel, dat elke verticale opstijging van de koelere lucht aan de aardoppervlakte verhindert. Zo produceert de inversie een laag stagnerende lucht, die soms niet meer dan tien meter dik is en die door het hoofd van de provinciale organisatie ter bestrijding van de luchtverontreiniging als „een gaskamer" wordt aangeduid. Vaker echter komt het voor dat deze gaskamer een hoogte van honderd meter of meer heeft. Hoe dat zij, de luchtbeweging in Los Angeles is dertig tot vijftig dagen per jaar zo gering dat er zich dichte, in hoge mate irriterende smogs vormen.

* De briesjes zijn als regel zeer zwak. Gedurende de zomermaanden met hun grotere smogfrequentie bedraagt de gemiddelde windsnelheid in Los Angeles slechts 8 km per uur, tegen 18 km per uur in de stad New York.

De meteorologische eigenaardigheden van de streek hadden evenwel weinig consequenties — tot de maand september 1943, toen het daglicht plotseling begon af te nemen en volgens het verslag in een plaatselijk dagblad „de ogen van duizenden mensen pijn begonnen te doen. Velen niesden en kuchten, anderen biggelden de tranen over de wangen. De prikkelende dampen verspreidden zich door het gehele stadscentrum en bereikten de heuvelen van het voorgebergte." Los Angeles beleefde zijn eerste degelijk geregistreerde „smog aanval". Toen de smogs in toenemend aantal en met toenemende intensiteit bleven terugkeren, begon de provincie haar collectieve geweten te onderzoeken, om tot de conclusie te komen dat de toestanden in de vallei voorgoed waren veranderd. Van nu af aan zou Los Angeles lijden aan een „vreemdsoortige aandoening" — een afwijking van het normale levenspatroon, welke in de ogen der wereld al haar deugden zou overschaduwen.

Wat was er gebeurd? Men was het er over eens dat de stad een teveel aan oorlogsindustrieën en raffinaderijen had aangetrokken. Aanvankelijk richtte aller aandacht zich op een chemische fabriek waar butadiëen werd vervaardigd, dat voor de produktie van synthetische rubber wordt gebruikt. Maar ook toen men deze bron van luchtverontreiniging onder controle had gebracht, bleven de smogaanvallen even hardnekkig terugkeren als migraine. Uit de grote steden in het oosten van de Verenigde Staten werden luchtverontreinigingsexperts opgetrommeld om het probleem te bestuderen. Zij verklaarden plechtig dat de smogaanvallen in hoofdzaak te wijten waren aan zwaveldioxyde. Met deze uitspraak in de hand begonnen de autoriteiten van Los Angeles een totale oorlog tegen rook en andere soorten luchtverontreinigingen van het Londense type. De actie begon in 1948 met een verbod om op openbare stortplaatsen vuilnis te verbranden en eindigde in 1957 met een algeheel verbod van particuliere afvalverbrandingsovens in achtertuintjes. Desondanks bleven de smogaanvallen voortduren. Los Angeles besloot daarop krachtig te gaan optreden tegen industriële luchtverontreiniging en verbood het stoken van olie met een zwavelgehalte van meer dan 0,5 percent tussen 15 april en 15 november — de maanden met de meeste smog. Deze actie leidde tot een spectaculaire afneming van de in de lucht gespuide hoeveelheid zwaveldioxyde. Van 740 ton per dag — het record — werd deze hoeveelheid in het laatst van de lente en in de zomer tot 200 ton per dag gereduceerd; desondanks bleven duizenden mensen niezen, huilen en hoesten.

Hoewel de gevolgde politiek niet toereikend bleek om de streek van ernstige smogs te bevrijden, hielp zij toch Los Angeles tot een der meest „luchtverontreinigingsbewuste" steden van de Verenigde Staten te maken.

Om een eventuele ramp van het Donora-type onmogelijk te maken, is in de gehele provincie nu een drie stadia omvattend alarmsysteem van kracht. Zodra de luchtverontreiniging een potentieel gevaarsniveau bereikt, treedt het eerste alarmstadium in. In dit stadium wordt het publiek onofficieel verzocht alle niet strikt noodzakelijke activiteiten die de lucht zouden kunnen verontreinigen te staken; bovendien krijgen omstreeks 450 fabrieken een waarschuwing om zich voor te bereiden op een eventuele stillegging van de arbeid. Bereikt de luchtverontreiniging een uitgesproken verontrustend niveau, dan wordt in het tweede alarmstadium de activiteit van het automobielverkeer en van de openbare nutsbedrijven tot het strikt noodzakelijke ingeperkt. Begint de verontreiniging acuut gevaar op te leveren, dan zijn de plaatselijke luchtverontreinigingsautoriteiten bevoegd de gouverneur te verzoeken de noodtoestand af te kondigen en binnen het bestek van de Californische Rampenwet de vereiste maatregelen te treffen. Sedert dit systeem in juni 1955 in werking trad, is meer dan veertig maal het eerste alarmstadium afgekondigd. Gelukkig schijnen de tot dit stadium behorende inleidende maatregelen tot dusverre afdoende te zijn gebleken, zodat niet tot afkondiging van tweede en derde alarmstadia behoefde te worden overgegaan.

Men zou hieraan kunnen toevoegen dat de genoemde antiluchtverontreinigingscampagnes een zeer effectief middel zijn gebleken om de hoeveelheid luchtverontreinigingen van het Londense type te reduceren. Omstreeks 30 percent van de luchtverontreinigingen in de provincie Los Angeles wordt veroorzaakt door a) de industrie, b) inefficiënt gestookte ketels, c) huishoudelijke verbrandingsovens, d) verbranden van afval in de open lucht, e) activiteiten van soortgelijke aard. Gezien de ernstige meteorologische situatie in de vallei, is het een onplezierige gedachte dat in de achtertuintjes en op de binnenplaatsjes van Los Angeles in ruim anderhalf miljoen particuliere incineratoren dag in dag uit vrolijk 5000 ton huisvuil werd verstookt eer het tot doeltreffende controlemaatregelen kwam. Daarbij komt dat het aantal industriële installaties van 5500 in 1940 tot meer dan 15.000 in 1961 steeg. Ook toen de strenge afweermaatregelen tegen industriële luchtverontreiniging reeds lang waren ingegaan, braakten de olieraffinaderijen en de chemische fabrieken van Los Angeles nog

altijd een kleine 100 ton zwaveldioxyde per dag uit.

Niettemin is het duidelijk dat de hoofdoorzaak van de luchtverontreiniging in Los Angeles elders moest worden gezocht. Geen van de tussen 1955 en 1960 afgekondigde eerste alarmstadia berustte op luchtverontreiniging van het Londense type. Zelfs op dagen met gering zicht rijst het zwaveldioxydegehalte zelden tot een hogere waarde dan 0,3 ppm (volumedelen per miljoen, of kubieke centimeters per kubieke meter). Vergeleken bij de zo af en toe in de stad New York geconstateerde 2 ppm kan deze waarde als betrekkelijk gering worden aangemerkt.

Nu zij met de luchtverontreiniging uit industriële en huishoudelijke bronnen hadden afgerekend, werden de inwoners van Los Angeles voor een alternatief van schokkende eenvoud gesteld: ofwel de smogaanvallen moesten worden toegeschreven aan het toenemende aantal privé-zwembaden, ofwel zij waren het gevolg van de sterke stijging van het aantal automobielen. Daar de zwembadtheorie als mogelijke verklaring voor het ontstaan van smog nooit erg overtuigend heeft geklonken werd de provincie nu voor de moeilijk te accepteren conclusie geplaatst dat de luchtverontreiniging in Los Angeles grotendeels werd veroorzaakt door de uitlaatpijpen van zijne majesteit de Automobiel.

De manier waarop de stad zich wist te herstellen van het traumatische effekt van deze onontkoombare gevolgtrekking, belichaamt een schitterende hulde aan haar wijsheid en geestkracht. Naar alle waarschijnlijkheid worden slechts weinig mechanische objecten in de Verenigde Staten dermate vereerd als de automobiel, en stellig hebben weinig andere steden zich zo slaafs aan het motorvoertuig onderworpen als Los Angeles. Maar de feiten lagen er nu eenmaal. Tussen 1940 en 1960 was het aantal auto's in deze streek bijna verdrievoudigd; het steeg n.l. van 1,1 miljoen tot 3,1 miljoen. Hetgeen betekent dat de inwoners van Los Angeles letterlijk in een reusachtige wolk van giftige uitlaatgassen leven.

In de praktijk betekent dit dat de Los Angelino's dag in dag uit worden geconfronteerd met 9000 ton koolmonoxyde, 1180 ton koolwaterstoffen, 330 ton stikstofoxyden en grote tonnages aan aldehyden, zwavelverbindingen, zuren, ammoniak, lood en andere giftige stoffen. Bijna al deze stoffen zijn schadelijk voor de menselijke gezondheid. Dr. Arie J. Haagen-Smit, een geleerde van Nederlandse afkomst die thans verbonden is aan het Technologisch Instituut van Californië en die als een der meest vooraanstaande experts op het terrein van de luchtverontreiniging

moet worden beschouwd, heeft aangetoond dat de irriterendste ingrediënten van de luchtverontreiniging in Los Angeles het produkt zijn van een *fotochemisch effect:* de inwerking van intense zonnestraling op stikstofoxyden en op koolwaterstoffen.

Wanneer brandstoffen (van welke aard ook) verbranden, verbindt het element stikstof zich met de zuurstof uit de lucht tot een kleurloos gas, stikstofmonoxyde. Via uitlaatpijpen of schoorstenen in de lucht verspreid, verbindt dit oxyde zich met verse zuurstof tot stikstof*dioxyde* waarvan de moleculen bestaan uit een stikstofatoom, gebonden aan twee zuurstofatomen. Onder inwerking van de door krachtig zonlicht toegevoerde energie ondergaat dit stikstofdioxyde een verbijsterend aantal chemische reacties, waarbij het zich met de z.g. *olefinen* verenigt tot hoogst irriterende chemische verbindingen, zoals formaldehyde en acroleïne — een ingrediënt van het in de Eerste Wereldoorlog gebruikte traangas. Op zijn beurt valt stikstofdioxyde veelal weer uiteen, waarbij het weer tot stikstofmonoxyde overgaat. Hierbij wordt de overtollig geworden zuurstof afgegeven in een vorm die tenslotte ozon oplevert. *Ozon* is een kleurloos, buitengewoon prikkelend en destructief zuurstofmolecule. Het gas, dat aan de scherpe geur kan worden herkend, dringt dieper in de longen door dan zwaveldioxyde en veroorzaakt bij proefdieren een verdachte verdikking van het longweefsel. Wat ook de uitwerking van ozon op de menselijke gezondheid moge zijn, het veroorzaakt in elk geval zeer veel materiële schade, in het bijzonder aan rubberprodukten en aan de plantengroei. Als gevolg van onvolledige verbranding van benzine worden voorts nieuwe hoeveelheden formaldehyde en acroleïne toegevoegd aan de als gevolg van fotochemische inwerking op stikstofdioxyde reeds in de lucht aanwezige hoeveelheden.

Hoewel de fotochemische activiteit haar hoogtepunt bereikt in streken met zeer intens zonlicht, is de luchtverontreiniging van het Los Angeles type toch geenszins een tot deze stad beperkt fenomeen. Meer dan 75 miljoen personenauto's, vrachtauto's en autobussen verstoppen de verkeersslagaderen van de Verenigde Staten. Tussen 1950 en 1959 heeft deze natie „het aantal motorrijtuigen tweemaal zo snel zien toenemen als haar bevolking" — aldus een rapport van de Directeur-generaal van de Volksgezondheid der Verenigde Staten met betrekking tot het verband tussen uitlaatgassen en volksgezondheid. „Als de benzinemotor inderdaad verantwoordelijk kan worden gesteld voor het ontstaan van smog, en voor de bewezen en veronderstelde uitwerking daarvan, dan kan het probleem in de toekomst een nog veel grotere omvang aannemen als het aantal benzine verstokende voer-

tuigen in het zelfde tempo blijft aangroeien, zodat dit aantal in het jaar 1970 tot 103 miljoen zal zijn gestegen. In tal van steden overtreft het aantal motorvoertuigen per vierkante kilometer reeds het voor Los Angeles geldende getal van 520. Blijft de stijging op deze wijze doorgaan, dan zal het aantal motorrijtuigen in een aantal Amerikaanse staten die reeds thans onder fotochemische luchtverontreiniging hebben te lijden de huidige 7,5 miljoen auto's van Californië evenaren".

Het schijnt nauwelijks aan twijfel onderhevig dat veel meer mensen door fotochemische luchtverontreiniging van het Los Angeles type worden bedreigd dan de in het rapport genoemde 7,5 miljoen inwoners van Californië. Tot de steden die per vierkante kilometer een groter aantal motorrijtuigen tellen dan Los Angeles, behoren bijvoorbeeld Washington (763.900 inwoners), Philadelphia (2.002.500 inwoners) en New York City (7.781.000 inwoners), die in totaal omstreeks 10 miljoen mensen omvatten. Deze in het oosten van de Verenigde Staten gelegen steden kennen gedurende 1 tot 35 percent van de tijd temperatuurinversies op hoogten tot 150 meter. Deze inversies doen zich in de Atlantische kustgebieden dus minder veelvuldig voor dan in Zuid-Californië, maar de meteorologische voordelen van de ligging der oostelijke steden worden tenietgedaan door de toenemende omvang van hun motorrijtuigenpark.

Zo heeft bijvoorbeeld de stad Washington reeds diverse ernstige aanvallen van fotochemische ofwel „oxyderende" smog moeten doorstaan. Washington is een stad die veel meer op administratieve dan op industriële activiteit is ingesteld en er kan nauwelijks aan worden getwijfeld dat motorrijtuigen er de voornaamste bron van luchtverontreiniging vormen. De stad telt ongeveer 700.000 personenauto's, vrachtauto's en autobussen; per vierkante kilometer heeft Washington zelfs drie maal zoveel auto's als Los Angeles. Deze motorvoertuigen verbruiken per dag omstreeks 4 miljoen liter benzine, en spuien daarbij honderdduizenden kilogrammen koolwaterstoffen en stikstofoxyden in de atmosfeer. Recente rapporten over de ter plaatse heersende luchtverontreiniging wijzen op sterke stijging van de „Oxident Index" die voornamelijk op in de voorgaande jaren verrichte metingen van ozon, stikstofoxyden en koolwaterstoffen is gebaseerd. Fotochemische smog begint irriterend voor de mens te worden zodra het niveau minstens een uur lang 0,25 ppm bereikt. De zomer van 1963 telde minstens twintig dagen waarop de index boven dit punt steeg, tegen slechts tien in de zomer van 1962. In juli 1963 rees het peil op zekere dag zelfs tot 0,56 ppm. Dit zou in Los Angeles het eerste alarmstadium hebben uitgelokt.

De „reducerende" luchtverontreiniging van het Londense type en het „oxyderende" type van Los Angeles bereiken hun piek op uiteenlopende uren van de dag in uiteenlopende seizoenen. Voor het Londense type vallen de pieken in winternachten en op koude, mistige dagen, wanneer de temperatuur tot beneden de tien graden Celsius daalt; voor het Los Angeles type valt de piek op warme, zonnige namiddagen met temperaturen tussen 24 en 32 graden Celsius. Tot dusverre heeft men dodelijke smogperioden slechts toegeschreven aan acute vormen van het Londense type. Op het moment waarop deze regels geschreven worden bestaan er nog geen overtuigende bewijzen dat de luchtverontreiniging in Los Angeles desastreuze, en zelfs dodelijke afmetingen heeft aangenomen; er zijn echter goede redenen om aan te nemen dat zij desalniettemin mensenlevens heeft geëist. Zo zijn bijvoorbeeld de menselijke reacties op de giftige stoffen in de verschrikkelijke Londense smog van december 1952 ook in andere, door luchtverontreiniging geteisterde streken waargenomen. Dr. Harry Heimann wijst er met klem op dat „hoewel de luchtverontreiniging in Los Angeles chemisch verschilt van die in Londen, de twee in hun uitwerking op de mens op elkaar gelijken. Beide typen veroorzaken namelijk prikkeling van levende slijmvliezen, met name die van de ogen, de keel en de luchtwegen".

In de tweede plaats hebben statistici tijdens de hevige Los Angeles smog van eind augustus tot begin september 1955 een verhoging van het aantal sterfgevallen met duizend waargenomen. De cijfers kunnen echter niet als overtuigend bewijsmateriaal voor het optreden van een fotochemische smogramp worden aangevoerd, daar de smog samenviel met een hittegolf, welke op zichzelf het sterftecijfer in een grote stad pleegt te doen stijgen.

Dat neemt niet weg dat vele artsen niet langer betwijfelen dat persisterende luchtverontreiniging, van welke soort ook, een der voornaamste factoren is bij het ontstaan of het erger worden van bepaalde chronische aandoeningen. De bewijzen voor deze stelling stapelen zich van jaar tot jaar op. Sommige mensen zijn zo gevoelig voor luchtverontreiniging dat zij reeds bij betrekkelijk lage concentraties duidelijke ziektesymptomen vertonen. De uitwerking van een periode van luchtverontreiniging kan zich nog jaren later manifesteren in verkorting van de levensduur en premature hart- en ademhalingsziekten. Er is een overweldigende hoeveelheid statistisch bewijsmateriaal voor de stelling dat persisterende luchtverontreiniging een rol speelt bij het optreden van acute ziekten zoals de gewone verkoud-

heid en longontsteking. Tenslotte zijn vele luchtbezoedelende stoffen reeds in betrekkelijk geringe hoeveelheden gevaarlijke vergiften. Zonder enige waarneembare prikkeling te veroorzaken verschaffen zij zich toegang tot het menselijk lichaam en beschadigen cellen en organen. Deze gifstoffen dragen aldus bij tot het geleidelijke verval van het lichaam, welks afweerkrachten zij helpen ondermijnen om aldus de uiteindelijke ineenstorting te bevorderen.

5 Ziekten uit de lucht

VAN CHICAGO NAAR YOKOHAMA

Op een frisse, opwekkende zondagochtend begon dr. Marseille Spetz uit Arcata (Californië) aan de laatste etappe van zijn reis naar het Nationale Luchtverontreinigingscongres van 1962. Het congres zou de volgende dag, op maandag 10 december, in Washington beginnen en de Californische arts had al een urenlange rit in matig vrachtautoverkeer op de Pennsylvania Turnpike achter de rug.

Dr. Spetz was niet alleen, maar bevond zich in gezelschap van een collega en van diens vrouw. Na zes uur rijden werd de echtgenote plotseling ernstig ziek. Haar symptomen — die wij Spetz zelf zullen laten beschrijven — bestonden uit „een toestand van voorbijgaande verlamming van een zijde van het lichaam, gepaard gaande met een Parkinsonachtige tremor en zware hoofdpijn, uitlopende in stupor. Toediening van alkaliën via de mond en beademing met zuivere zuurstof leidden de volgende ochtend tot herstel."

De vrouw was het slachtoffer geworden van een ernstige allergische reactie op de uitlaatgassen van automobielen. Een onwaarschijnlijk verhaal? Weet dan dat reeds ontelbare mensen aan allergische reacties op verontreinigde lucht hebben geleden, waarbij deze aanvallen dan ten onrechte werden toegeschreven aan „wagenziekte", indigestie of alleen maar „prikkelbaarheid" als gevolg van overmatig lang achtereen in de auto zitten. Reeds jaren geleden begonnen medici in de streek van Chicago deze aanvallen te herkennen. Zij bleken zich n.l. telkens weer voor te doen wanneer „bepaalde patiënten die noordelijk of oostelijk van Chicago woonden, op hun ritten een gebied met veel olieraffinaderijen, staalfabrieken, chemische bedrijven en verfindustrieën moesten passeren", aldus een rapport van dr. Theron G. Randolph van Chicago's Zweeds-Presbyteriaanse Ziekenhuis. „Sommigen hadden alleen last van irritatie van de slijmvliezen, maar anderen werden nerveus, onrustig en lichtgeraakt". Daarbij ontwikkelden zich op hooikoorts gelijkende symp-

tomen, astmatische aanvallen, vermoeidheid en hoofdpijn. „In enkele extreme gevallen trad aanvankelijk een soort dronkenschap in, die gevolgd werd door stuporeuze depressies. Op grond van de heftigheid van deze reacties bij mensen die voor het eerst met de onderhavige vorm van luchtverontreiniging in aanraking kwamen, maakten sommige automobilisten bij de nadering van Chicago een omweg van 80 kilometer om dit gebied te ontwijken".

Wie meent dat het hier om uitzonderlijke gevallen van luchtverontreinigingsallergieën gaat, moge ik verzoeken met mij een geestelijke sprong te maken naar de sterk geïndustrialiseerde Kantovlakte in Japan — een uitgestrekt geografisch bekken, dat de reusachtige metropolen Tokio en Yokohama omvat. Kort na de Tweede Wereldoorlog brak onder de Amerikaanse troepen die in het Yokohama-district waren gestationeerd een astma-epidemie uit, onder omstandigheden die in elk opzicht buitengewoon merkwaardig en ongeregeld bleken. Gezonde Amerikaanse GI's wier families vrij waren van astma of dergelijke allergieën, begonnen te lijden aan een droge, chronische hoest, gepaard aan een hijgende ademhaling. De symptomen kwamen elke avond na zonsondergang opzetten en hielden de gehele nacht aan. Aanvankelijk werd de ziekte gediagnostiseerd als een epidemie van bronchiale astma, maar tot verrassing van alle militaire artsen in de streek had de conventionele astmabehandeling weinig of geen uitwerking op de patiënten. Geneesmiddelen om de nauwe buisjes naar de minuscule luchtblaasjes in de longen te verwijden, gaven slechts tijdelijk (geringe) verlichting, en antihistaminica bleken een volledige mislukking. In plaats van met het verstrijken van de tijd af te nemen, begonnen de symptomen steeds ernstiger te worden; zij deden zich nu ook overdag voor en de patiënten werden geleidelijk zwakker. De ziekte begon zich te verspreiden onder de gezinnen van het militaire personeel in het gebied rondom Yokohama, bereikte de garnizoenen in Tokio en breidde zich tenslotte over de gehele Kantovlakte uit. Slechts één behandelingsmethode scheen tegen deze vreemde ziekte, die als „Yokohama astma" werd aangeduid, effect te sorteren: evacuatie van het aangetaste personeel uit de Kantovlakte. Werden de slachtoffers snel genoeg uit de vlakte afgevoerd, dan verdwenen als regel alle astmatische symptomen. Keerden de patiënten terug, dan keerden ook het gekuch en de hijgende ademhaling weer, maar veelal in een veel ernstiger vorm.

Er bestaat thans geen zweem van twijfel meer dat Yokohama astma door vervuilde lucht wordt veroorzaakt. In het laatst van de herfst en bij de aanvang van de winter, wanneer zich in de

lucht geen stuifmeel bevindt dat allergische reacties zou kunnen opwekken, neemt de ziekte epidemische afmetingen aan, waarbij 3 tot 5 percent van het militaire personeel in de Kantovlakte wordt aangetast. Er is op het moment waarop dit geschreven wordt geen bewijs dat ook Japanners aan de ziekte lijden, maar het gebeurt meer dan eens dat Amerikanen die door de ziekte worden aangetast maar niet binnen een jaar nadat de eerste symptomen zich voordoen uit de vlakte worden geëvacueerd, permanente longbeschadigingen oplopen. De aanvallen van Yokohama astma schijnen een enorme toeneming te vertonen zodra zich zeer veel verontreinigingen in de lucht bevinden, om vervolgens bij dalende concentraties van deze verontreinigingen weer af te nemen. Merkwaardig genoeg bevat de lucht boven de Kantovlakte geen specifieke verontreinigingen die als *de* oorzaak van Yokohama astma zouden moeten worden aangemerkt. De hoge luchtverontreinigingsniveaus in het bewuste gebied doen sterk denken aan het Londense smog-type, met een sterke toeneming van roet, stof en zwaveldioxyde in de koude jaargetijden. Het meest atypische kenmerk van „Yokohama astma" is dat zij mensen treft die voordat zij hun dienst op de vlakte gingen verrichten nooit aan allergieën hadden geleden.

Enige jaren geleden is het bewijs geleverd dat de astmalijders in bepaalde stedelijke gebieden van de Verenigde Staten ernstige, veelal epidemische aanvallen van hun ziekte te verduren hadden wanneer de lucht in ernstige mate was verontreinigd. Zo begonnen de artsen in het Charity Hospital in New Orleans een opvallende fluctuatie in het dagelijkse aantal ziekenhuisopnamen van astmatici op te merken. Als regel beloopt het aantal astmatici dat hier de een of andere spoedbehandeling moet ondergaan omstreeks 25 per dag, maar op sommige dagen moesten wel 200 astmapatiënten worden opgenomen. In augustus 1958 kwam het zo ver dat omstreeks 100 mensen in ernstige conditie kwamen te verkeren door een plotselinge „explosie" van astma, die drie hunner het leven kostte en die een sterke weerslag vond in de dagbladpers. Kennelijk aangespoord door deze golf van publiciteit begonnen de autoriteiten uit te zoeken of er verband bestond tussen het optreden van luchtvervuiling en de frequentie van astma-aanvallen in New Orleans. Wetenschappelijke onderzoekers van de Tulane universiteit die de medewerking van de Openbare Gezondheidsdienst hadden weten te verkrijgen, stelden vast dat de epidemieën welke de eerste-hulp afdeling van het Charity Ziekenhuis met naar adem snakkende slachtoffers vulden, waarschijnlijk werden veroorzaakt door siliciumhoudende verontreinigingen, afkomstig van de brandende

vuilnisbelten van New Orleans. Deze ondoelmatige open verbranding van afvallen bezwangerde de lucht kennelijk met partikeltjes kiezelaarde. Het waren deze in de lucht zwevende verontreinigingen die bij zuidenwind naar de stedelijke woonwijken werden getransporteerd om daar een geweldige stijging van het aantal astmatische aandoeningen te veroorzaken.

Silicium moge dan de voornaamste oorzaak zijn van de astma-uitbarstingen in New Orleans, in Nashville (Tennessee) schijnt zwaveldioxyde de voornaamste schuldige te zijn. Bij hun nauwgezette onderzoek naar de oorzaken van de ziekte, bevonden de autoriteiten van de openbare gezondheidsdienst dat de aanvallen een sterke stijging te zien gaven op dagen waarop dit gas zijn hoogste concentratie in de atmosfeer bereikte, en dat het daalde wanneer deze concentratie haar laagste punt had bereikt. Toen de onderzoekers in Nashville ook de dagen nadat de hoogste niveaus waren gemeten onder de loep namen, om zodoende vast te stellen of er ook van een vertraagde uitwerking van het gas sprake was, kwamen zij tot de ontdekking dat het aantal astmaslachtoffers op deze dagen zelfs nog groter was.

In Los Angeles kwam bij een onderzoek van 137 astmatici door vijf plaatselijke artsen aan het licht dat er een opmerkelijke stijging in het aantal astma-aanvallen optrad zodra de „Oxident Index" het niveau overschreed waarop irritatie van de ogen optrad. Terwijl de opvallende stijgingen van het aantal astma-aanvallen in de stad Nashville samenhangen met de stijging van het zwaveldioxydegehalte van de lucht, worden deze in Los Angeles in verband gebracht met de toeneming van de in de lucht zwevende oxydatiemiddelen, een geheel andere groep van luchtverontreinigingen.

Hoe moeten wij de reacties van astmatici in gebieden met zulke uiteenlopende soorten luchtverontreiniging als in Nashville en in Los Angeles verklaren? Aldus luidt de provocerende vraag van dr. Prindle. „Zijn deze reacties het gevolg van acute of chronische beschadigingen van de luchtwegen?"

Tot dusverre is niemand erin geslaagd het onderscheid tussen acute en chronische lichaamsschade ten gevolge van het inademen van verontreinigde lucht snel en ondubbelzinnig vast te stellen. Vermoedelijk zijn de met de gezondheidszorg belaste medische deskundigen het er algemeen over eens dat intense luchtverontreiniging schadelijk is — maar over de vraag of het meeste onheil nu wordt aangericht door fotochemische verontreiniging dan wel door de persisterende, op een betrekkelijk laag niveau liggende verontreiniging van het Londense type, bestaat nog geen volledige overeenstemming.

NIEUWE ZIEKTEBEELDEN

De deskundigen geraken er overigens steeds meer van overtuigd dat de controverse in feite weinig om het lijf heeft.

Er loopt slechts een zeer dunne, onregelmatige scheidingslijn tussen de acute en de chronische gevolgen van luchtverontreiniging. Met eventuele uitzondering van de „Yokohama astma" kan trouwens niemand met stelligheid van een ziekte beweren dat zij „uitsluitend door verontreinigde lucht wordt veroorzaakt". In feite is het bij geen enkele ziekte mogelijk een simpel rechtstreeks verband tussen oorzaak en gevolg vast te stellen. Zo loopt b.v. niet iedereen wondinfectie op. Hoewel er mensen bestaan die ziek worden van onbeduidende snij- of prikwondjes, komt de overweldigende meerderheid van de mensheid dit letsel zonder veel moeite te boven. Zelfs in het geval van de „Yokohama astma" viel het gros van de Amerikaanse soldaten die op de Kantovlakte waren gelegerd *niet* aan de ziekte ten offer. Een onbekend aantal van deze astmavrije soldaten is nu misschien echter meer vatbaar voor longkanker, ziekten van de luchtwegen, hartaandoeningen of andere kwalen. Er bestaat geen middel om te constateren of een lange diensttijd in een sterk verontreinigde atmosfeer jaren later misschien het optreden van een ernstige ziekte bevordert door de persoon in kwestie over de dunne scheidslijn tussen een subtiele, chronische aantasting van het lichaam en een duidelijk, acuut fysiek letsel te duwen.

Tien jaar na de Donora-ramp van 1948 maakten dr. Antonio Ciocco en dr. Donovan J. Thompson van de Universiteit van Pittsburgh een studie van de gezondheid en de levensduur van inwoners van Donora in het tijdvak van 1948 tot 1957. De onderzoekers bevonden dat de periode van acute luchtverontreiniging haar „vingerafdrukken" had achtergelaten op de overlevenden van de ramp. Inwoners van Donora die tijdens de smog van 1948 plotseling ziek waren geworden, vertoonden in de jaren daarna een hogere sterfte en leden in groteren getale aan aandoeningen van hart en luchtwegen dan andere inwoners van deze gemeente. Bovendien lagen de latere ziekte- en sterftecijfers het hoogst bij inwoners van Donora die in de fatale dagen van 1948 de ernstigste klachten hadden. Klaarblijkelijk duurde de werking van de smog voort; nog tien jaar later werden de gevolgen door de gemeenschap gevoeld.

In 1959 begon de U.S. Public Health Service in samenwerking met het Departement van Gezondheid van de staat Pennsylvanië en andere plaatselijke instanties een intensief onderzoek van twee in elkaars nabijheid gelegen dorpen in de vallei van

de Conemaugh rivier in midden-Pennsylvanië. Deze groezelige dorpjes, Seward en New Florence, liggen in het hart van het mijndistrict van deze staat, op een onderlinge afstand van slechts 6 kilometer. Zij hebben vrijwel identieke bevolkingen van omtrent duizend zielen. Het leeuwedeel van de luchtverontreinigingen in deze streek wordt geproduceerd door een met steenkool gestookte elektrische centrale aan de rand van Seward, waarna ze door de gewoonlijk uit één richting waaiende wind over het dorp worden geblazen. De gemiddelde maandelijkse stofval bedraagt in Seward 32 ton per vierkante kilometer — hetgeen meer dan drie maal zoveel is als de hoeveelheid stof welke op New Florence neerdwarrelt. De concentraties van zwaveltrioxyde in de lucht boven Seward zijn meer dan zes maal zo groot als die boven New Florence en die van zwaveldioxyde omstreeks negen maal zo groot!

De federale gezondheidsautoriteiten waren evenals hun collega's van de staat Pennsylvanië van mening dat Seward en New Florence precies voldeden aan de eisen van een „natuurlijk laboratorium" (zoals het door dr. Prindle, die ook aan het onderzoek deelnam, wordt genoemd) en dus stortten zij zich gretig op de beide dorpen, voorzien van apparatuur voor röntgenonderzoek en longfunctiecontrole. Ook hadden zij vragenlijsten bij zich met betrekking tot rookgewoonten, beroepsbezigheden en huisvestingscondities. Gedurende de zomer van 1959 werd in beide dorpen 85 percent van de mannen en vrouwen boven de 35 doorgelicht en op longcapaciteit en ademhalingsfunctie onderzocht. Scheikundigen onderzochten op gezette tijden de atmosfeer boven beide dorpen op een verscheidenheid aan luchtverontreinigingen van het Londense type.

Het onderzoek wees uit dat de beide in elkaars onmiddellijke nabijheid levende bevolkingen aanmerkelijke verschillen in longcapaciteit en ademhalingsfunctie te zien gaven. De dorpelingen van Seward — de gemeente met de sterkst verontreinigde lucht — brachten het er bij het longfunctieonderzoek aanmerkelijk slechter af dan hun buren in New Florence. Zoals dr. Robert J. Anderson van de U.S. Public Health Service opmerkt: „Het onderzoek wijst uit dat in het dorp met de ernstigste luchtverontreiniging de grote meerderheid van de proeven vaker deviaties van het normale beeld opleverde. Het is op dit moment niet mogelijk tot een 'diagnose' van de bevolking als geheel te komen, maar wel kan men zeggen dat de gemiddelde waarden afwijken van hetgeen normaal moet worden geacht, en dat er in het dorp met de meeste verontreiniging meer mensen schijnen te zijn wier afwijkingen naar ziekte tenderen".

Gelukkig worden de gevaren van de luchtverontreiniging door de Amerikaanse medische gemeenschap steeds meer onderkend. Een enquête, in 1961 gehouden door de „Los Angeles County Medical Association" en door de „Tuberculosis and Health Associations of Los Angeles County", bracht bijvoorbeeld aan het licht dat bijna 80 percent van de praktizerende provinciale artsen van mening was dat smog schadelijk is voor de gezondheid. De afgelopen jaren had een groot aantal van deze artsen hun patiënten tot een totaal van tienduizend gevallen geadviseerd de provincie voorgoed te verlaten en elders te gaan wonen, waar de lucht zuiverder was.

Wij kunnen thans zonder aarzeling verklaren dat luchtverontreiniging de basis legt voor tal van ziekten. Bij gelijke overige omstandigheden doet permanente blootstelling aan door de lucht voortgedragen, verontreinigende stoffen zonder twijfel de schaal overslaan naar ernstige, in sommige gevallen zelfs fataal verlopende ziekten. Bovendien kan luchtverontreiniging *indirect* aanleiding geven tot een ernstige kwaal door geleidelijk de luchtwegen van het slachtoffer aan te tasten en daarmede diens algemene weerstand te ondermijnen. Luchtverontreiniging kan het laatste stootje zijn dat een chronische aandoening in een acute ziekte doet overgaan, of dat een sluimerende kwaal plotseling tot uitbarsting brengt in een ernstige aanval.

Neem bijvoorbeeld respiratoire infecties, zoals verkoudheden of longontsteking. In het algemeen zijn de artsen het erover eens dat er twee factoren aanwezig moeten zijn om deze infecties tot ontwikkeling te brengen: ziektekiemen van de een of andere soort, plus een verlaagde respiratoire weerstand. Deze verlaagde weerstand van de ademhalingsorganen wordt als regel als de belangrijkste van deze twee factoren beschouwd, daar de betrokken ziektekiemen veelal reeds onder de bevolking aanwezig zijn zonder dat zij epidemieën van verkoudheid of longontsteking veroorzaken. Als wij over weerstandsverhogende factoren spreken, denken wij gewoonlijk aan goede voeding, voldoende rust en verstandige lichaamsbeweging. Tot voor kort geloofden slechts weinig mensen dat luchtverontreiniging invloed had op de weerstand van de ademhalingsorganen. Toch bestaat er nu een grote hoeveelheid statistisch materiaal dat aantoont dat deze ziekten zich meer voordoen in gemeenten met een ernstig verontreinigde lucht dan in gemeenten met lage luchtverontreinigingsniveaus.

Zo werd in 1950 onder leiding van de U.S. Public Health Service een onderzoek ingesteld naar ademhalingsziekten bij twee groepen gezinnen in een kleine stad in Maryland. De

ene groep woonde in een betrekkelijk sterk verontreinigde wijk, de andere in een wijk met een schonere atmosfeer. Na de groepen te hebben ondervraagd over kleine infecties van neus en keel, met inbegrip van verkoudheden, rapporteerde dr. Harry Heimann die aan het onderzoek had deelgenomen dat „de in het stadsdeel met de vuilere lucht wonende groep in de dertig dagen welke aan deze enquête voorafgingen meer klachten over 'verkoudheid' had gehad dan de groep die in de zone met de zuiverder atmosfeer leefde". Dr. Heimann voegt er aan toe dat in 1957 „soortgelijke waarnemingen" werden gerapporteerd uit de Sowjet-Unie, „waar twee aangrenzende gemeenten waren onderzocht, van welke de ene een betrekkelijk zuivere atmosfeer had en de andere onder hoge luchtverontreinigingsniveaus zuchtte. Deze bevindingen vonden tot op zekere hoogte steun in rapporten over een tweede onderzoek in de Verenigde Staten, dat momenteel nog gaande is. Ook uit Groot-Brittannië en Japan wordt een grotere frequentie van ziekten van de luchtwegen bij toenemende luchtvervuiling gerapporteerd".

De bewijzen dat verontreinigde lucht de ontwikkeling van ernstige infectieziekten zoals pneumonie in de hand werkt, nemen voortdurend toe. Om een der vele rapporten te citeren: een recent onderzoek door inspecteurs van de volksgezondheid in de staat New York bracht over de laatste tien jaren een aanzienlijke stijging in de sterfte aan longontsteking aan het licht, in het bijzonder in gebieden met hoge roetval. In New York City, waar de roetval per vierkante kilometer hoger is dan elders in de staat New York, schoot het aantal sterfgevallen als gevolg van longontsteking van 31,5 per 100.000 inwoners in het jaar 1949 tot 50,6 per 100.000 inwoners in 1959 omhoog — een toeneming met meer dan 60 percent.

Er bestaat thans een grote hoeveelheid bewijsmateriaal voor de stelling dat luchtverontreiniging het ontstaan van bronchitis en emfyseem in de hand werkt. Bronchitis is een acute of chronische ontsteking van de luchtpijptakken — de twee z.g. hoofdbronchi die aan de luchtpijp (trachea) ontspruiten, en die naar de longen voeren. Chronische bronchitis begint in het algemeen als een lichte, doch hardnekkige hoest. Na verscheidene aanvallen van acute aandoeningen van de luchtwegen neemt de ziekte in vele gevallen zulke ernstige vormen aan, dat het slachtoffer onafgebroken wordt geplaagd door belemmerde ademhaling en hevige hoestbuien. De lijders aan chronische bronchitis zijn uiterst vatbaar voor infectie van de luchtwegen. In Engeland is de ziekte verantwoordelijk voor bijna 10% van alle sterfgevallen en voor meer dan 10% van alle arbeidsver-

zuim als gevolg van ziekte. Tot voor kort trokken tal van Amerikaanse artsen in twijfel of er werkelijk een ziektebeeld bestaat dat men als „chronische bronchitis" kan aanduiden, maar, zoals dr. Harry Heimann opmerkt: „Wij beginnen te ontdekken dat de ziekte (of een aandoening welke er veel op lijkt) sedert wij er bewust naar zoeken, veel meer blijkt voor te komen dan wij aanvankelijk meenden... Een van deze speurtochten leidde tot de ontdekking dat van een groep mannen van 40 tot 59 jaar 21 percent aan chronische bronchitis leed".

In Engeland zijn de artsen het erover eens dat er een nauw verband bestaat tussen chronische bronchitis en persisterende luchtverontreiniging. Een onderzoek naar chronische bronchitis bij Britse brievenbestellers onthulde bijvoorbeeld dat de ziekte in gebieden met sterk verontreinigde lucht ernstiger vormen aanneemt. De dappere postbezorgers die de Engelse regen, de mist en de smogs trotseren en dientengevolge naar men aanneemt in verhoogde mate aan luchtverontreiniging bloot staan, verdoen meer tijd aan deze ziekte dan hun binnenskamers werkende collega's. Uit nauwgezette waarnemingen blijkt, dat lijders aan chronische bronchitis plotseling last van deze ziekte krijgen op dagen met sterke luchtverontreiniging en dat de tol aan mensenlevens stijgt met de toeneming van zwaveldioxyde en stofdeeltjes in de lucht. Volgens twee Amerikaanse volksgezondheidsdeskundigen, dr. Seymour M. Farber en dr. Roger H. L. Wilson, laten deze studies „weinig twijfel over dat er een verband bestaat tussen bronchitis en luchtverontreiniging".

Men zou kunnen betogen dat alle infectieziekten — van verkoudheid tot longontsteking en bronchitis — besmettelijk zijn, zodat zij meer vat hebben op dichtbevolkte gebieden, in het bijzonder op koude, mistige en rokerige dagen en op mensen die hun arbeid buitenshuis vinden. Maar emfyseem (eveneens een der chronische ziekten welke met luchtverontreiniging in verband worden gebracht) is noch infectieus, noch besmettelijk. Emfyseem is een fysiek verval van de longen — een instorting van hun mechanische architectuur en van het materiaal waaruit zij zijn opgetrokken. De ziekte manifesteert zich wanneer de minuscule luchtblaasjes in de longen beginnen te scheuren, en nauwe luchtpassages tijdens de uitademing ineenstorten. Mensen die aan emfyseem lijden hebben moeite met de normale ademhaling, daar de stukgescheurde longblaasjes grote hoeveelheden stagnerende lucht vasthouden. Ernstige gevallen van emfyseem eindigen gewoonlijk met hartverlamming, wanneer de patiënt althans niet al eerder is overleden aan een fatale infectie van de ademhalingsorganen, zoals pneumonie.

De meeste Amerikanen zijn nog weinig vertrouwd met het begrip „emfyseem". „Nog slechts tien jaar geleden was emfyseem in Amerika betrekkelijk zeldzaam" aldus dr. James E. Perkins van de Nationale Tuberculose Vereniging. In 1950 vergde de ziekte de levens van 15 per miljoen Amerikaanse mannen; in 1959 was dit cijfer tot 80 gestegen. Neemt men in aanmerking hoe zeldzaam de ziekte omstreeks 20 jaar geleden was, dan heeft emfyseem zich onrustbarend over de bevolking verbreid. „Bij de 179.419 personen die in 1960 maandelijkse uitkeringen ontvingen wegens arbeidsongeschiktheid als gevolg van ernstige ziekten, was in 12.380 gevallen — dat is 6,9 percent — longemfyseem de medisch aantoonbare primaire ziekteoorzaak" — aldus het stafrapport van de Muskie commissie. „Slechts atherosclerotische hartaandoeningen met inbegrip van aandoeningen van de kransslagaderen overtroffen dit aantal (19,9 percent). Naar schatting belopen de jaarlijkse uitkeringen aan patiënten bij wie de primaire diagnose emfyseem luidt, een bedrag van omstreeks 60 miljoen dollar".

Hierbij dient te worden opgemerkt dat emfyseem zich niet slechts bij ouderen voordoet, maar ook jongeren treft. Een onderzoek naar de emfyseem-frequentie aan de medische faculteit van de Universiteit van Colorado bracht aan het licht dat 11 percent van de onderzochte 194 medische studenten significante symptomen van beginnend emfyseem vertoonde. Bijna 25 percent van 172 bankemployés in Denver bleek overeenkomstige symptomen te zien te geven.

Er bestaat nog geen *rechtstreeks bewijs* dat emfyseem het gevolg is van luchtverontreiniging. „Dat neemt niet weg" — aldus het commentaar op de feiten door dr. Richard A. Prindle en dr. Emil Landau — „dat de bewijzen zich opstapelen dat er tussen deze twee *verband* bestaat. De fenomenale stijging in de sterfte aan emfyseem, welke sedert 1950 in de gehele Amerikaanse bevolking valt te constateren, valt samen met de snelle verstedelijking." Een van de redenen welke dr. Prindle opsomt „om aan te nemen dat verontreinigde lucht een factor bevat die tot het ontstaan van emfyseem leidt, ligt besloten in een vergelijking van de sterfte aan deze ziekte tussen het platteland en de stad. Het is duidelijk dat wanneer de naar leeftijd bijgewerkte cijfers voor de stad het dubbele van de overeenkomstige cijfers voor het platteland bedragen, er een factor in het spel schijnt die rechtstreeks verband houdt met het verblijf in de stad", aldus dr. Prindle.

Dr. Prindles opmerkingen berusten niet slechts op gegoochel met statistieken: in Los Angeles werd een groep emfyseempa-

tiënten die kennelijk veel hinder ondervonden van de op straat hangende „smog” in een kamer gebracht waar de lucht van verontreinigende bestanddelen was gezuiverd. Binnen 24 uur waren alle patiënten zichtbaar vooruitgegaan en gaven zij te kennen zich aanmerkelijk beter te voelen.

Normaal heeft een volwassene dagelijks omstreeks 15.000 liter lucht nodig om bij de meest voorkomende activiteiten in leven te blijven. Slachtoffers van astma, chronische bronchitis en emfyseem vinden het leven al moeilijk genoeg als de lucht welke zij inademen betrekkelijk schoon is. Hun beproevingen kunnen echter kritieke vormen gaan aannemen als de lucht hoge concentraties aan verontreinigingen bevat, die de slijmvliezen van de luchtwegen irriteren, het longweefsel beschadigen, spierkrampen in de ademhalingsorganen veroorzaken en het zuurstofdragend vermogen van het bloed reduceren.

DE BOEVENGALERIJ

Laat ons, op dit punt gearriveerd, de voornaamste figuren uit onze boevengalerij eens nader onder de loep nemen en eens zien in hoeverre zij onze gezondheid beïnvloeden. Toegegeven, het bewijs is nog onvolledig, maar van de meest agressieve luchtverontreinigers is thans voldoende bekend om vele leden van de medische stand te verontrusten.

Wij merkten reeds op dat diverse *zwavelverbindingen* in de lucht krampachtige samentrekking van de ademhalingsspieren kunnen veroorzaken en dat zij de bronchiën tot verhoogde slijmafscheiding kunnen prikkelen. Deze verbindingen zijn waarschijnlijk aansprakelijk voor het leeuwedeel van het onheil dat bij astmatici en emfyseemlijders door smogs van het Londense type wordt aangericht. „Bij fabrieksarbeiders die tijdens hun werk aan hoge zwaveldioxydeconcentraties zijn blootgesteld, ziet men zeer veel chronische catarre, emfyseem, ontstekingen, ademnood en chronische vermoeidheid” — aldus dr. Herman E. Hilleboe, hoofdinspecteur van de Volksgezondheid in de staat New York. „*Zwaveldioxyde* in concentraties van twee ppm (volumedelen per miljoen) moet als hinderlijk voor de mens worden beschouwd”. Hoewel deze concentratie zelfs in de zwaarst verontreinigde gemeenten zelden wordt aangetroffen, geeft het toch te denken dat de *gemiddelde* concentratie van zwaveldioxyde tijdens de rampzalige Londense smog van december 1952 niet minder dan 0,7 ppm bedroeg.

Aldehyden zijn luchtverontreinigingen die als bijzonder hinderlijk voor mensen met ademhalingsziekten moeten worden be-

schouwd. Formaldehyde irriteert niet alleen de gevoelige bekleding van de luchtpijp en haar vertakkingen, maar tast bovendien het centrale zenuwstelsel aan. Acroleïne, een der bijtendste aldehyden die in verontreinigde lucht worden aangetroffen, veroorzaakt in betrekkelijk hoge concentraties laryngitis, bronchitis en benauwdheden op de borst. Dit aldehyde is verantwoordelijk voor een groot deel van de ongemakken waarmede astma- en emfyseemlijders door fotochemische smogs worden geconfronteerd.

Het grootste deel van de resterende narigheid wordt door *ozon* veroorzaakt. „Atmosferische ozonconcentraties van meer dan 0,2 ppm prikkelen de menselijke luchtwegen en veroorzaken pijn in de borst, hoest, kortademigheid en misselijkheid" constateert dr. Hilleboe. „Er zijn bewijzen dat reeds concentraties boven de 0,1 ppm bij een blootstelling van langer dan vier uur gevaar opleveren". (Dr. Haagen-Smit vond in Los Angeles concentraties ozon van 0,9 ppm en dr. C. A. Mills wees erop dat in 1956 de ozonconcentraties in de smogs van Cincinnati waarden van 0,5 ppm bereikten.)

Volksgezondheidsautoriteiten hebben zich altijd zorgen gemaakt over het gevaar van *lood* in de uitlaatgassen van automobielen. Loodverbindingen zijn toevoegingen aan benzine met de bedoeling deze „klopvast" te maken. Onderzoekingen naar de loodemissies van automobielen houden zich doorgaans voornamelijk bezig met de concentraties van dit metaal in de lucht. Tot opluchting van alle benzine- en automobielfabrikanten hebben deze onderzoekingen geen overtuigende bewijzen opgeleverd dat het lood in de uitlaatgassen een schadelijke uitwerking heeft, ook al beschouwen sommige deskundigen deze uitkomsten als aanvechtbaar. Zeer onlangs echter heeft professor Harvey V. Warren van de Universiteit van Brits Columbia erop gewezen dat de aandacht dient te worden gericht op de wegbermen, waar grote hoeveelheden van de zich in de uitlaatgassen van automobielen bevindende loodverbindingen door de planten worden geabsorbeerd. Volgens de Canadese geleerde is uit onderzoekingen gebleken dat de planten langs bepaalde gedeelten van de Amerikaanse supersnelwegen de neiging hebben het lood uit de verkeersgassen te absorberen en dit metaal in abnormaal grote hoeveelheden te concentreren. Professor Warren heeft in Engeland en in Scandinavië gebieden aangetroffen waar een aantoonbaar verband bestaat tussen het optreden van multiple sclerose (een aandoening van het centrale zenuwstelsel) en de gevonden hoge concentraties van lood in bodem, water en planten. Of deze schakel al dan niet van betekenis is, moet na-

der worden onderzocht, maar lood is hoe dan ook een bijzonder giftig chemisch element. Hoewel het in de natuur zeer verbreid voorkomt, is het gewenst dat de mens zo weinig mogelijk van dit metaal absorbeert.

Laat ons thans twee kleurloze gassen bekijken, *stikstofoxyde* en *koolmonoxyde*, die beide in grote hoeveelheden door benzinemotoren worden geproduceerd. Koolmonoxyde is verreweg het meest voorkomende afzonderlijke bestanddeel van de uitlaatgassen van automobielen. Een auto die 1000 liter benzine verstookt, produceert daarbij ongeveer 350 kg koolmonoxyde en meer dan 10 kg stikstofoxyden. De automobielen van Amerika produceren gezamenlijk per dag genoeg koolmonoxyde om (gemeten aan de Californische luchtverontreinigingsstandaarden) een gebied van meer dan 50.000 vierkante kilometer over een hoogte van 120 meter tot een „ongewenst niveau" te bezoedelen. Deze uitgestrektheid is even groot als de gezamenlijke oppervlakte van New Jersey, Massachusetts en Connecticut, en ruim anderhalf maal zo groot als Nederland.

Stikstofoxyde en koolmonoxyde verlagen het zuurstofdragend vermogen van het bloed. Elke vermindering van deze capaciteit betekent een extra belasting van het hart en werkt zeer ongunstig op bestaande chronische ademhalingsmoeilijkheden.

Jarenlang troostten de medici zich met de theorie dat koolmonoxyde in de open lucht onschadelijk is. De medische gemeenschap was er vast van overtuigd dat het gas slechts schadelijk was voor mensen die zich in slecht geventileerde ruimten zoals woningen en garages ophielden. Men meende stellig dat koolmonoxyde geen blijvende of chronische uitwerking op het menselijk lichaam heeft.

Dit geloof is aan het wankelen gebracht door een aantal gevallen van *chronische* koolmonoxydevergiftiging. Experimenten waarbij de omstandigheden van intensief verkeer werden nagebootst, brachten aan het licht dat wanneer een aantal automotoren dicht bij elkaar staat te draaien, het koolmonoxyde-gehalte in het interieur tot 370 ppm kan stijgen. Deze concentratie zal niemand van het leven beroven, maar zij nadert onplezierig dicht tot de concentraties waarbij zich vergiftigingsverschijnselen beginnen voor te doen. Koolmonoxydeconcentraties van 400 ppm veroorzaken hoofdpijn, slapte, misselijkheid en duizelingen. In concentraties boven 600 ppm wordt het gas uitermate giftig, en leidt tenslotte bij niveaus van omstreeks 1000 ppm (dat is dus een liter koolmonoxyde per kubieke meter lucht) tot convulsies, coma en uiteindelijk tot de dood. Mensen met chronische ademhalingsziekten lopen echter reeds kans op

schadelijke gevolgen bij concentraties die bij gezonde volwassenen slechts slapte en duizeligheid veroorzaken.

Wanneer hartpatiënten dag in, dag uit aan betrekkelijk hoge koolmonoxydeniveaus worden blootgesteld, is dat bepaald niet de manier om hun leven te verlengen. De werkelijke controverse tussen volksgezondheidsdeskundigen betreft echter de vraag, of deze voortdurende blootstelling aan koolmonoxyde hun conditie zal verslechteren. „Onder medici bestaan sterke weerstanden tegen de zienswijze, dat herhaalde blootstelling aan koolmonoxyde in lage concentraties tot functionele of blijvende schade zou leiden indien daarvan geen acute symptomen aanwezig zijn" — aldus een rapport van de Directeur-generaal van de Volksgezondheid der Verenigde Staten. Maar er zijn tal van bewijzen dat koolmonoxyde zich in diverse lichaamsweefsels kan ophopen en chronische verschijnselen teweegbrengen. In 1959 beschreven dr. Gordon J. Gilbert en dr. Gilbert H. Glaser van de Yale Universiteit het geval van een verkeersagent in New Haven (Connecticut) die zich tijdens de uitoefening van zijn taak dikwijls duizelig voelde. Zijn superieuren plaatsten hem over naar de politiegarage om hem daar als monteur dienst te laten doen, maar de aanvallen van duizeligheid hielden aan — tot hij eindelijk van het voortdurende contact met uitlaatgassen werd bevrijd.

De artsen die de slechte ervaringen van deze politieman met uitlaatgassen rapporteerden, bevonden dat het zuurstofdragend vermogen van zijn bloed door het koolmonoxyde met 20 percent was verminderd. Om de vele merkwaardige aspecten van het geval te verklaren, poneerden zij dat het gas zich langzaam in de weefsels van het slachtoffer had opgehoopt en daar chronische koolmonoxydevergiftiging had veroorzaakt. Een ander geval had betrekking op een bakker die terwijl hij aan het sneeuwruimen was door koolmonoxydevergiftiging ineenzakte — uren nadat hij tengevolge van een defect aan zijn oven aan het gas blootgesteld was geweest. Blijkbaar had het koolmonoxyde zich langzaam in zijn lichaamsweefsels opgehoopt en was het als gevolg van de krachtige inspanning welke het sneeuwscheppen vergde, weer vrijgekomen, hetgeen tot het verlies van bewustzijn had geleid. Ironischerwijze had de arts die de bakker had onderzocht, diens bewusteloosheid aanvankelijk toegeschreven aan een hartaanval.

Weliswaar heeft niemand ooit kunnen aantonen dat koolmonoxyde uit de lucht hartaanvallen kan veroorzaken, maar er zijn duidelijke bewijzen dat hoge smogniveaus hand in hand gaan met verhoogde ziekte en sterfte ten gevolge van hartaandoe-

ningen. Tijdens de Londense smog van december 1952 schoot het sterftecijfer voor hartziekten in de drie weken, voorafgaande aan de 13e december, tot 278 percent van het gemiddelde omhoog. Op 20 december was dat cijfer nog steeds hoog: 225 percent van het gemiddelde. Onlangs constateerde dr. Leonard Greenburg een statistisch verband tussen hartziekten en luchtverontreiniging in New York City. Toen zij hun onderzoek van de New Yorkse smog van november 1953 van het aantal doden uitstrekten tot het aantal zieken, vonden dr. Greenburg en zijn medewerkers dat het aantal bezoeken aan hartklinieken gedurende de tiendaagse smogperiode aanmerkelijk was toegenomen. In het geval van de Bellevue en Coney Island-ziekenhuizen — twee der grootste gemeentelijke ziekenhuizen van de stad — was deze stijging groot genoeg om als „statistisch significant" te kunnen worden aangemerkt.

Hoewel de invloeden van luchtverontreiniging op de menselijke gezondheid nog het voorwerp vormen van een verwoede controverse, bestaat er weinig twijfel dat luchtverontreiniging een ongelooflijk hoge *economische* tol eist. Op het ogenblik kost de luchtverontreiniging de Verenigde Staten vermoedelijk elf miljard dollar per jaar in de vorm van schade aan eigendommen. Dit verbijsterende bedrag krijgt meer betekenis wanneer men bedenkt dat als men de schade zou kunnen voorkomen, die jaarlijks in de Verenigde Staten door luchtverontreinigende stoffen zoals zwaveldioxyde en ozon wordt aangericht aan kleding, woninginrichting, gebouwen, machines, wegen en publieke installaties, en men de op deze wijze uitgespaarde geldsbedragen ter beschikking van het publiek zou stellen, elk gezin van vier personen zijn jaarinkomen met 250 dollar (omstreeks 900 gulden) zou zien stijgen. Welke maatstaf men ook aanlegt om de omvang van deze schade te berekenen, het is — zoals het stafrapport van de Muskie commissie opmerkt „in elke geval volkomen duidelijk dat de financiële schade aan eigendommen als gevolg van luchtverontreiniging zeer groot is — veel en veel groter dan de bedragen welke door de industrie en door allerlei overheidsinstanties aan de bestrijding van dit euvel worden besteed".

HET KANKERGEVAAR — LUCHT

Een jaar of dertig geleden, in de sombere dagen van de grote depressie, deed een weinig bekend Brits onderzoeker, dr. J. A. Campbell, een fascinerende ontdekking. Hij had muizen blootgesteld aan stof, afkomstig van geteerde wegen en merkte nu op dat een groot aantal van de proefdieren aan longkanker begon



De 'smog' legt zich over Chicago – luguber voorbeeld van een funeste combinatie van mist, rook en uitlaatgassen.

Karakteristieke 'smog' in Los Angeles – gevolg van een scherp begrensde temperatuurinversie op 30 m hoogte.

Industriële luchtverontreiniging in Sluiskil – fotografisch boeiend maar weinig bevorderlijk voor de gezondheid.

te lijden. Vervolgens stelde hij andere muizen bloot aan de uitlaatgassen van benzinemotoren, maar nu deden zich geen gevallen van longkanker voor. Met deze baanbrekende experimenten had dr. Campbell een nieuwe tak van wetenschappelijk speurwerk aangeboord: het verband tussen luchtverontreiniging en longkanker. Andere geleerden zouden in hun laboratoria nog tientallen jaren lang het bestaan van deze schakel trachten aan te tonen, maar met weinig of geen succes. In 1960 kwam tenslotte de doorbraak tot stand, toen een groep wetenschappelijke werkers van de Universiteit van Californië erin slaagde bij muizen authentieke longkankers van het bij de mens voorkomende type te verwekken. Voor de eerste maal was daarmede proefondervindelijk bij knaagdieren aangetoond dat er een duidelijk verband bestond tussen verontreinigde lucht en wat technisch bekend staat als „pulmonale schubcel-kanker".

De meeste dodelijke longkankers bij de mens ontstaan in de vlakke of geschubde huidachtige cellen welke de vertakkingen van de luchtpijp bekleden. Vijftig jaar geleden vormden schubcellongkankers nog een uiterst zeldzame ziekte, maar in nog geen halve eeuw hebben zij zich vertwintigvoudigd en thans een welhaast epidemische omvang aangenomen. Telkenjare eist de ziekte de levens van omstreeks 40.000 Amerikanen, waarvan 35.000 mannen. In weerwil van de waakzaamheid van de medici en van de enorme vooruitgang in diagnostiek en behandelingsmethoden hebben longkankers in de overweldigende meerderheid der gevallen een fataal verloop en stijgt de longkankersterfte tot angstwekkende hoogten. In tegenstelling tot menselijke wezens schijnen muizen en ratten een opmerkelijk grote weerstand tegen de ziekte te hebben, om welke reden de geleerden zich de meest ongelofelijke inspanningen getroost hebben om bij deze dieren soortgelijke kankers op te wekken. In het begin herhaalden zij in grote lijnen Campbells experimenten, en wel door muizen en ratten bloot te stellen aan „smog", aan sigaretterook en aan uitlaatgassen van benzinemotoren — over het algemeen met ontmoedigende resultaten. Vervolgens probeerden zij kankerverwekkende substanties — de z.g. carcinogenen — in de longen van de knaagdieren te brengen, en wel door dunne buisjes in hun luchtpijpen te schuiven. De buisjes bleken echter de luchtwegen van de dieren te beschadigen. De poging werd voortgezet met de rechtstreekse inspuiting van carcinogenen in de borstholten van knaagdieren, doch in plaats van in de longen door te dringen duwden de injectienaalden deze opzij, zodat de carcinogenen met kracht in de ledige delen van de borstholte gespoten werden.

Tenslotte namen de onderzoekers hun toevlucht tot „wan-

hoopsmaatregelen". Met chirurgische middelen openden zij de borstholten van ratten en brachten diverse als carcinogenen bekend staande stoffen rechtstreeks in de longen. Men kon deze techniek gevoeglijk „in hoge mate onnatuurlijk" noemen; er was hier dus geen sprake meer van dagelijkse inademing van luchtverontreinigende stoffen. De inspanning der onderzoekers werd beloond met enkele dubieuze schubcelkankers, maar de meeste longkankers die langs deze zeer kunstmatige weg werden opgewekt vonden hun oorsprong in de vezelachtige bindweefselcellen van het ademhalingsstelsel. Jarenlang behaalden de geleerden dan ook hun grootste successen door de huid van ratten en muizen met smog-condensaten te penselen. Deze experimenten wekten weliswaar kankers op in cellen, die veel overeenkomst vertonen met de cellen welke de luchtpijpvertakkingen bekleden, maar huidkankers zijn nu eenmaal geen longkankers. Bij gebrek aan een rechtstreeks proefondervindelijk bewijs woedde er een levendige controverse over de kankerverwekkende eigenschappen van smog, persisterende luchtverontreiniging en — zoals vanzelf spreekt — condensaten van sigaretterook.

Hoe kwam het dat de onderzoekers van de Universiteit van Zuid-Californië succes hadden waar alle anderen hadden gefaald?

Blijkbaar hadden deze geleerden besloten het probleem op een unieke manier aan te pakken. In plaats van uitsluitend met smogbestanddelen te werken, probeerden zij erachter te komen of de verontreinigende stoffen in de lucht mogelijk slechts dan longkanker veroorzaakten wanneer er een wisselwerking bestond met bepaalde „bemiddelende" substanties zoals virussen. Tweehonderd bijzonder kankerbestendige muizen werden met gewone influenzavirussen besmet. Na hun herstel werd de helft van de geïnfecteerde muizen bij herhaling blootgesteld aan de dampen van geozoniseerde benzine — te vergelijken met smog van het Los Angeles type. De overblijvende helft werd in vertrekken met gezuiverde lucht ondergebracht. Een even groot aantal genetisch identieke muizen werd in alle opzichten aan dezelfde experimentele behandeling onderworpen, echter niet vooraf met influenzavirus behandeld.

Tenslotte werden alle muizen gedood om hun ademhalingsorganen zorgvuldig op kanker te kunnen onderzoeken. Zoals de geleerden hadden verwacht leed geen der onbesmette muizen aan longkanker. Maar toen zij de geïnfecteerde muizen gingen onderzoeken, vonden de mannen der wetenschap bij 8 percent van de muizen die aan de gezuiverde lucht blootgesteld waren geweest, veranderingen in de cellen, en wel van een type, dat

in vele gevallen aan het ontstaan van longkanker vooraf pleegt te gaan. Omstreeks dertig percent van de geïnfecteerde muizen die men aan geozoniseerde benzinedampen had blootgesteld, hadden authentieke, op menselijke kankers gelijkende carcinomen van de luchtwegen ontwikkeld. Voor het eerst was onder zorgvuldig gecontroleerde laboratoriumcondities duidelijk aangetoond dat verontreinigde lucht in combinatie met andere agentia schubcelkanker van de longen kan veroorzaken.

Of er voor het ontstaan van longkanker bij de mens een tweede ziekte, zoals influenza, in het spel dient te zijn, is nog niet bekend. Het laboratoriumonderzoek bevestigt echter een reeds lang bestaand vermoeden, dat voornamelijk gebaseerd is op statistieken en op de chemische analyse van smog, en dat hierop neerkomt dat verontreinigde lucht een belangrijke rol speelt in de voortdurende toeneming van de longkankercijfers.

Alvorens deze cijfers te beschouwen dienen wij goed te bedenken dat de sterfte aan deze gevreesde ziekte onvergelijkelijk veel hoger ligt bij sigarettenrokers dan bij niet-rokers. Het roken van sigaretten stelt de luchtverontreiniging als oorzakelijke factor bij de longkankersterfte volledig in de schaduw. Zo bedraagt b.v. de longkankersterfte in een Amerikaanse stad van omtrent 50.000 inwoners bij manlijke rokers omstreeks 85 per 100.000 manjaren, tegen slechts 15 bij mannen die niet regelmatig roken. Hoewel er ten aanzien van de toenemende longkankersterfte vermoedelijk ook verscheidene andere factoren in het spel zijn, zoals virussen, luchtverontreinigingen en „stress" (lichamelijke en/of psychische overspanning) schijnt het nauwelijks aan twijfel onderhevig dat het roken van sigaretten de *belangrijkste* factor is.

Dat neemt niet weg dat luchtverontreiniging eveneens in zeer belangrijke mate verantwoordelijk is voor de hoge longkankercijfers in de Amerikaanse steden, in het bijzonder in gemeenten met meer dan 50.000 inwoners. Volgens Prindle is het sterftecijfer in deze gemeenten voor manlijke blanke inwoners van 50 tot 69 jaar bijna 80 per 3 miljoen mannen. Voor een vergelijkbare plattelandsbevolking schommelt dit getal om de 65 — een verschil van meer dan 20 percent. Het verschil wordt zelfs nog groter als men de *niet-rokers* in de stad en op het platteland vergelijkt. In gemeenten met minstens 50.000 inwoners bedraagt het sterftecijfer voor blanke manlijke niet-rokers tussen de 50 en 69 jaar omstreeks 11 per 3 miljoen, tegen slechts 1 per 3 miljoen bij een vergelijkbare plattelandsbevolking. Dat is *elf* maal zo veel! Britse onderzoekers stelden vast dat de sterftecijfers voor longkanker bij in de stad wonende manlijke *niet-rokers* negen

maal zo hoog liggen als bij manlijke niet-rokers op het platteland!

Men moet zich er niet over verbazen dat statistieken van land tot land enorme verschillen kunnen vertonen, maar minstens negen studies, zich uitstrekkende van Denemarken tot Nieuw-Zeeland, leveren het overtuigende bewijs dat er bij de sprongsgewijze toeneming van longkanker in de wereld als geheel een „stedelijke factor” in het spel is. Dr. E. Cuyler Hammond, die met zijn onderzoekingen naar de gevaren van het sigaretten roken internationale faam verwierf, schat dat 31 percent van de longkankersterfte in de Verenigde Staten aan luchtverontreiniging moet worden toegeschreven. Op grond van een zorgvuldige analyse van de longkankersterfte in Liverpool komen dr. Percy Stocks en dr. J. M. Campbell tot de conclusie, dat dit percentage in deze Engelse stad zelfs op 35 kan worden gesteld.

Stocks heeft onlangs vastgesteld dat de longkankersterfte „ten nauwste verband houdt met de rookdichtheid in de atmosfeer”. Hij constateerde dit voor 26 gebieden in Noord-Engeland en Wales, in 45 districten van Lancashire en de West Riding van Yorkshire, en in 30 provinciesteden van meer dan 50.000 inwoners. In het gebied van Groot-Londen vond hij een overeenkomstige, zij het minder duidelijke samenhang. Stocks is er zelfs in geslaagd het verband aan te tonen tussen de concentratie van specifieke luchtcarcinogenen en de sterfte aan longkanker in diverse districten van Engeland en Wales.

De belangrijkste van deze in de lucht zwevende carcinogene (kankerverwekkende) stoffen — om Stocks’ woorden te gebruiken: de „substantie van primaire betekenis” — is een gecompliceerde koolwaterstofverbinding die als *benzpyreen* bekend staat. Benzpyreen — een normaal bestanddeel van koolteer — komt vrij bij de destillatie of de verbranding van brandstoffen. Door de huid van muizen omstreeks tien maanden lang met een oplossing van slechts 0,005 percent benzpyreen te bestrijken vond dr. Ernest L. Wynder van het Sloan-Kettering Instituut voor Kankeronderzoek dat hij bij bijna 80 percent van de dieren kanker kon opwekken. Hoewel deze kankerverwekkende stof overal op aarde in de lucht voorkomt, zijn de concentraties in stedelijke gebieden ontzaglijk veel hoger dan in landelijke gebieden. „Wanneer de hoeveelheid benzpyreen die per jaar wordt ingeademd een maatstaf is voor de blootstelling aan longkanker” — aldus het verslag van een team wetenschappelijke onderzoekers van de Amerikaanse Public Health Service — „dan is deze voor stedelingen honderd maal zo groot als voor niet-stedelingen. In vele Amerikaanse steden is zij zelfs groter voor de

niet-rokers dan voor rokende *niet-stedelingen* die een pakje per dag opmaken."

Deze conclusie kan tot in huiveringwekkende details worden uitgewerkt. Wie een pakje sigaretten per dag rookt, inhaleert per jaar ongeveer 60 microgrammen (dat zijn 60 miljoenste grammen) benzpyreen. Maar een in Detroit wonende *niet-roker* inhaleert bijna 80 microgram benzpyreen. Woont hij in Birmingham (Alabama) dan stijgt dat cijfer tot 150 microgram en in Londen kan het tot 320 microgram oplopen, hetgeen gelijk staat aan de hoeveelheid die men binnen zou krijgen door meer dan vijf pakjes sigaretten per dag te roken! Het is dan ook niet zonder betekenis dat het sterftecijfer voor longkanker onder Britse mannen twee maal zo hoog ligt als voor Amerikaanse mannen.

De hoogste concentraties van benzpyreen in de lucht ontstaan door brandende steenkool, maar ook de uitlaatgassen van auto's bevatten grote hoeveelheden benzpyreen. Bij zijn onderzoekingen aan de Universiteit van Zuid-Californië bevond dr. Paul Kotin dat de gassen die uit de uitlaatpijpen van langzaam draaiende of stationair lopende automotoren ontsnappen, per minuut ongeveer 235 microgram benzpyreen in de lucht brengen. Laat men een stationair draaiende motor zeven maal zo snel draaien, dan daalt het benzpyreengehalte van de uitlaatgassen tot ongeveer 10 microgram. In de centra van grote steden heeft deze carcinogene stof de neiging zich als gevolg van het zeer dichte en veelal langzaam voortbewegende verkeer zeer sterk te concentreren. En juist in deze centra is de bevolkingsdichtheid overdag zeer groot.

Natuurlijk is benzpyreen niet het enige kankerverwekkende bestanddeel van verontreinigde lucht, maar waarschijnlijk wel het meest voorkomende. Men heeft minstens vijf bijkomende kankerverwekkende koolwaterstoffen geïdentificeerd, waarvan sommige zelfs een zeer sterke carcinogene werking hebben. Onderzoekers hebben ontdekt dat er tussen de koolwaterstoffen in de lucht een merkwaardige wisselwerking plaatsvindt, waardoor de kankerverwekkende eigenschappen van benzpyreen in sommige gevallen nog worden versterkt en in andere gevallen juist worden afgezwakt. Zo verhoogt *fluorantheen* (een niet-carcinogene koolwaterstof die in de „teer" van de uitlaatgassen van benzinemotoren zeer hoge concentraties bereikt) de kankerverwekkende werking van benzpyreen, terwijl *dibenzanthraceen* — een uitermate krachtig carcinogeen — de uitwerking van benzpyreen juist kleiner maakt.

Hoe gecompliceerd deze wisselwerkingen ook mogen zijn, er schijnt geen twijfel dat de sterftecijfers voor longkanker ten

nauwste verband houden met de concentraties van de meest „verdachte" koolwaterstoffen in de lucht. Stedelijke gebieden met bevolkingscijfers boven het miljoen hebben niet alleen de hoogste concentraties aan koolwaterstoffen uit schoorstenen en uitlaatpijpen, maar ook de hoogste sterftecijfers voor longkanker bij hun manlijke inwoners. Kleinere steden, met een bevolking van 250.000 zielen of minder, hebben in het algemeen 30 percent minder koolwaterstoffen in hun atmosfeer — en tevens 30 percent lagere longkankercijfers.

Bepaalde metalen, zoals *beryllium, molybdeen* en *arsenicum* staan eveneens in nauw verband met longkanker. Hun verschijning in de lucht boven industriesteden heeft de ernstige bezorgdheid van volksgezondheidsautoriteiten gewekt. Niemand weet precies waar de lijst van door de lucht verspreide carcinogenen eindigt. Men kan volstaan met erop te wijzen dat deze chemicaliën potentiële rampen in zich bergen, die kenmerkend zijn voor het meest sinistere en angstaanjagende aspect van de moderne luchtverontreiniging. Kankerverwekkende stoffen komen niet in zodanige concentraties in de atmosfeer voor, dat zij acute aandoeningen in het menselijk lichaam zouden kunnen teweegbrengen. De uitwerking van deze substanties voltrekt zich in alle stilte en volkomen onopgemerkt. Er kunnen tientallen jaren verstrijken eer het overtuigend bewijs geleverd zou kunnen worden dat een bepaalde luchtverontreinigende stof bij een bepaald individu longkanker heeft veroorzaakt, of heeft bijgedragen tot verhoging van de sterfte aan kwaadaardige nieuwvormingen. Als een gemeenschap nalaat krachtige en afdoende maatregelen te treffen om de hoeveelheid afval in de lucht te reduceren, dan kan het zijn dat zij haar lesje eerst leert wanneer deskundig advies niet meer helpt en onherstelbare schade aan de volksgezondheid is toegebracht.

Luchtverontreiniging behoeft niet altijd de gedaante aan te nemen van een bijtende stank of een pijnlijke irritatie van de ogen, om desondanks ernstige schade aan het menselijk lichaam te kunnen aanrichten. Zij kan haar zwaarste tol eisen op ogenschijnlijk heldere, verkwikkend koude winterdagen, wanneer de concentraties van microscopische metaaldeeltjes en koolwaterstoffen de neiging vertonen tot zeer hoge waarden op te lopen. Sommige van de meest verwoestende luchtverontreinigende stoffen vullen de klinieken van de ziekenhuizen *niet* met naar adem snakkende astmalijders of met doodsbleke slachtoffers van hartaanvallen: zij gaan arglistiger en minder dramatisch te werk, door na tientallen jaren van vrijwel onmerkbare activiteit een voortdurend hoger wordende tol aan mensenlevens te eisen.

IR. L. J. BRASSER

6 Luchtverontreiniging in Nederland

Het is voor iedereen in ons dichtbevolkte Nederland duidelijk dat de verontreiniging van ons milieu langzaam maar zeker goed waarneembare afmetingen heeft aangenomen.

Hoewel we ons in dit hoofdstuk verder alleen met de vervuiling van de buitenlucht zullen bezig houden, wil dit niet zeggen dat de verontreiniging van de bodem en van het oppervlaktewater van minder belang is; de smaak van het drinkwater, zoals dat in een aantal steden uit het oppervlaktewater wordt bereid is een niet te miskennen aanwijzing dat ook in dit opzicht de zaken verre van ideaal zijn.

Bij de beoordeling van de luchtverontreiniging in een land, en zeker bij vergelijking van de toestand met die in het buitenland, moet men in gedachten houden dat de plaatselijke toestanden een zeer grote invloed op de optredende vervuiling hebben. De voornaamste van deze plaatselijke invloeden zijn wel de aard en afmetingen van de bronnen, de geografische omstandigheden en het klimaat. Wanneer wij dit beseffen zullen wij niet de fout maken om Amerikaanse toestanden of zelfs de omstandigheden uit het zo nabij gelegen Engeland of het Ruhrgebied klakkeloos te „vertalen" in Nederlandse gegevens.

BRONNEN VAN LUCHTVERVUILING

Uiteraard zijn de grote groepen van bronnen van luchtverontreiniging, zoals de verwarming van woon- en werkruimten, de industrie en het verkeer dezelfde als in het buitenland. Toch zien we bij nadere bestudering enkele opvallende verschillen. Laten we achtereenvolgens deze drie grote groepen bronnen eens wat meer in details beschouwen.

Voor de verwarming van woon- en werkruimten worden hier in het algemeen fossiele brandstoffen verstookt, zoals dat trouwens in de meeste landen met een met de onze vergelijkbare levensstandaard gebeurt. Toch zijn er verschillen. Waar in vele andere landen bruinkool en vetkool een niet te verwaarlozen

aandeel in de brandstofvoorziening leveren, zijn in ons land de voornaamste brandstoffen steenkolen met een laag gehalte aan vluchtige stoffen, huisbrandolie en cokes, terwijl ook stadsgas, aardgas en voor enkele grote centrale verwarmingsinstallaties zwaardere stookolie een aandeel leveren dat de moeite waard is. In het algemeen zijn dit „schone" brandstoffen, ze laten zich zonder een grote roetontwikkeling verbranden. Daar ook de stookinrichtingen zoals de haarden in de woonhuizen in het algemeen goed zijn uitgevoerd, is de produktie aan roet in onze steden betrekkelijk gering. In dit opzicht valt de vergelijking met b.v. Engeland, waar nog vaak slechte brandstoffen in open haarden worden verbrand, dan ook gunstig uit.

Waar echter niet aan valt te ontkomen, is dat alle vaste en vloeibare brandstof als verontreiniging zwavel bevat, waardoor na verbranding in de rookgassen zwaveldioxyde aanwezig is. In dit opzicht is er dus geen overtuigend verschil met het buitenland. Dit heeft weer tot gevolg dat de luchtverontreiniging hier, althans in het stookseizoen, een duidelijk reducerend karakter heeft; de toestand in onze steden toont een duidelijke verwantschap met die in Engeland en niet met die in Los Angeles, waar de luchtverontreiniging een oxyderend karakter heeft.

Wanneer we het in dit verband over steden hebben, moeten we niet alleen naar het aantal inwoners zien; de totale warmtebehoefte is maatgevend voor de gevormde hoeveelheid ongewenste verbrandingsproducten. Wie b.v. het Westland met zijn talloze verwarmde kassen en lage schoorstenen kent, ziet direct dat het hier een district betreft dat wat luchtverontreiniging aangaat zich gedraagt als een stad van grote afmetingen. Ook de andere streken met verwarmde kassen die ons land rijk is, gedragen zich, al is het op kleinere schaal, gelijkwaardig.

Wat de verwarming betreft kunnen we dus samenvattend opmerken, dat hoewel we hier bepaald niet slecht stoken de toestand nog verre van ideaal is.

Gelukkig is er voor de toekomst een duidelijk lichtpunt. Het is n.l. gebleken dat het Groningse aardgas van uitzonderlijk zuivere samenstelling is. De verbranding van gas zonder daarbij roet te vormen is geen moeilijkheid zodat een installatie die Gronings aardgas stookt een slechts zeer kleine bijdrage aan de luchtvervuiling levert. Het is dan ook aan te bevelen om de verwarming van onze woonhuizen, kantoren, fabrieken en andere werkruimten zo snel mogelijk en zo volledig mogelijk om te schakelen op aardgas. Het is noodzakelijk in de eerste plaats een belangrijk deel van de natuurlijke gasvoorraad te reserveren voor verwarmingsdoeleinden voor het binnenlands gebruik. Pas

daarna kunnen we gaan denken aan industrieel gebruik en export. Dit wordt gelukkig in brede kringen ingezien.

Een ander punt dat de aandacht verdient is het feit dat één grote stookinrichting die door vakkundig personeel wordt bediend, een veel hoger rendement heeft dan grote aantallen kleine eenheden met tezamen dezelfde warmteproductie, terwijl de hoeveelheid luchtverontreiniging die ontstaat bij deze ene grote inrichting veel kleiner is dan bij vele kleintjes tezamen. Met andere woorden, een stadsverwarming is zowel uit economisch oogpunt als met het oog op de hygiëne van het milieu te verkiezen boven een stookplaats in elke woning. Uiteraard geldt ditzelfde voor de tuinbouwdistricten met verwarmde kassen. Dat bij de inrichting van dergelijke zeer grote centrale verwarmingsnetten moeilijkheden kunnen optreden is nog geen reden deze weg niet te volgen. De succesvolle stadsverwarmingen in Utrecht en Rotterdam laten dit zien. De voordelen van een stadsverwarmingsbedrijf worden minder duidelijk wanneer algemeen gas gestookt wordt, dan zijn immers de distributie van de brandstof en de afvoer van de verbrandingsproducten geen probleem meer.

Wat de industrie betreft neemt Nederland een bijzondere positie in. Tot en met de tweede wereldoorlog was de industrie hier te lande in het algemeen geen grote veroorzaker van luchtverontreiniging. Pas de sterke industrialisatie die na de oorlog inzette en die nog steeds voortduurt, bracht hierin verandering.

Dit betekent dat de problemen die eerst in de meeste gevallen van sterk plaatselijke aard waren, pas de laatste twintig jaren een regionaal karakter kregen. Doordat de naoorlogse groei voor een belangrijk deel plaatsvond in de chemische en petrochemische sector, waarbij nieuwe bedrijven werden opgericht die een betrekkelijk geringe productie aan vervuilende stofdeeltjes hebben, hebben de Nederlandse industriegebieden een betrekkelijk schoon uiterlijk. Het is immers het stof dat door de bewoners van een dergelijk gebied het eerst als hinder wordt ondervonden. Hierop zijn dan ook de opmerkingen dat Nederland schoner zou zijn dan het Ruhrgebied of de Midlands gebaseerd. *Er wordt dan alleen op het uiterlijk gelet.* Het is duidelijk dat in de industriegebieden van ons land minder stof in de lucht zweeft dan in bepaalde buitenlandse streken; dit is dus een gevolg van de veelal anders gerichte bedrijven en ook van het feit dat onze fabrieken, juist door hun in het algemeen moderne opzet, vaak betrekkelijk goede stofbestrijdingsmiddelen gebruiken. Hiermee hebben we echter pas

een deel van het luchtverontreinigingsvraagstuk bezien. Fabrieken produceren ook afvalgassen, die men vrijwel nooit ziet en die dus bij een beschouwing op het oog zich aan de waarneming onttrekken. Wat gevaar en hinder betreft zijn ze echter meestal van meer belang dan het stof.

Het is onmogelijk in kort bestek alle belangrijke bedrijven en hun uitlaatgassen te behandelen. Er zijn echter drie gassen die door de hoeveelheid waarin ze worden geloosd en door hun eigenschappen een belangrijke rol spelen. Het betreft hier *zwaveldioxyde,* dat we ook reeds bij de verwarming van woon- en werkruimten hebben ontmoet en dat door vele bedrijven in de lucht wordt gebracht, *fluorwaterstof* dat bij enkele specifieke bedrijven ontstaat en dat gevreesd is om zijn schadelijke werking voor planten en *nitreuse dampen* (een mengsel van stikstofoxyden) die behalve bij enkele speciale bedrijven overal daar ontstaan waar stikstof en zuurstof uit de lucht onder zeer hoge temperatuur met elkaar in contact zijn, dus in feite bij de meeste verbrandingsprocessen.

Vooral zwaveldioxyde ontstaat plaatselijk in zeer grote hoeveelheden. De enorme olieraffinaderijen met hun aanverwante bedrijven langs de Nieuwe Waterweg zijn zeer grote producenten van dit gas. Dit betekent dat daar, maar ook op een aantal andere plaatsen in ons land, de lucht ook bij vergelijking met bekende vuile gebieden in het buitenland niet als schoon kan worden betiteld, ook al zien we deze gasvormige verontreiniging niet of zelden (alleen stikstofdioxyde is bij hoge concentraties zichtbaar door zijn bruine kleur).

Het feit dat juist de moderne industrie op een beperkt terreinoppervlak grote hoeveelheden producten kan maken en dus ook grote hoeveelheden afvalstoffen heeft, betekent dat de uitworp aan verontreinigende stoffen, waarbij we in de eerste plaats aan gasvormige stoffen denken, soms zeer grote afmetingen kan aannemen.

Behalve stofdeeltjes en gassen kunnen ook nevels van zeer fijne druppeltjes worden geproduceerd. Een voorbeeld hiervan ontstaat wanneer zwavelhoudende brandstoffen bij zeer hoge temperaturen worden verbrand, zoals dat in enkele fabrieken wel gebeurt. Een deel van de zwavel verbrandt dan niet tot zwaveldioxyde maar tot zwaveltrioxyde, dat met de altijd in de buitenlucht aanwezige waterdamp een fijne nevel van zwavelzuur vormt. Ook dit verschijnsel komt bij moderne bedrijven, juist door hun hoge procestemperaturen, voor. Het kan gebeuren dat 10 tot 30% van de in de brandstof aanwezige zwavel tot zwaveltrioxyde wordt verbrand, een onprettig verschijnsel

omdat het eindproduct zwavelzuur voor de menselijke gezondheid schadelijker is dan zwaveldioxyde.

Een vierde vorm van industriële luchtverontreiniging is de *stank*. Theoretisch is stank in de meeste gevallen wel onder de gasvormige luchtverontreinigingen te rangschikken, in de praktijk moeten we hier een aparte beschouwing aan wijden, omdat de hinderlijke stof in vaak zeer kleine concentraties al zeer grote overlast kan geven.

Zonder de andere bedrijven te willen vergeten, kunnen we hier in de eerste plaats de typische raffinaderijgeur noemen. Deze wordt voornamelijk veroorzaakt door mercaptanen, organische zwavelverbindingen die al in de ruwe olie aanwezig zijn. Wanneer geen speciale maatregelen worden getroffen kunnen deze stoffen reeds bij het lossen van de tankschepen waarin de aardolie wordt aangevoerd, in de lucht komen. Door de zeer lage concentratie waarin deze hinderlijke maar overigens onschadelijke stoffen zijn te ruiken, zijn er in ons land vele klachten over deze geur. Over de raffinaderijen in het Waterweggebied wordt tot voorbij Den Haag geklaagd!

Zoals al opgemerkt bestaan er nog vele andere stinkende bedrijfstypen. Het zou ons echter veel te ver voeren, die hier stuk voor stuk te bespreken.

BOOSDOENER „VERKEER”

Ook over door het verkeer veroorzaakte luchtverontreiniging valt het een en ander op te merken, vooral wanneer we vergelijkingen gaan trekken met de Verenigde Staten. Een belangrijk verschil tussen het Europese wegverkeer en dat in Noord-Amerika is het veel grotere aandeel dat de dieselmotor aan deze zijde van de oceaan heeft, vooral in het zwaardere wegverkeer. De uitlaatgassen van een dieselmotor hebben een geheel andere samenstelling dan die van de op benzine werkende motor, de ottomotor. De oorzaak van dit verschil is gelegen in het feit dat de dieselmotor steeds met een dergelijke hoeveelheid verbrandingslucht werkt dat de verbranding in de cylinders volledig kan verlopen, terwijl bij de benzinemotor met een tekort aan verbrandingslucht ten opzichte van de hoeveelheid brandstof wordt gewerkt. Deze uitlaatgassen bevatten dus altijd een hoeveelheid niet volledig verbrande brandstof.

Hoewel een dieselmotor dus in principe geen hinder behoeft te geven gebeurt dit in de praktijk in vele gevallen wel. Dit komt omdat een betrekkelijk geringe verstoring in de inspuiting van de brandstof in de cylinders direct zichtbaar wordt aan de

uitlaat van de wagen door het ontsnappen van zwarte rookwolken. Ook overbelasting van de motor heeft ditzelfde tot gevolg. Dit gecombineerd met het feit dat dieseluitlaatgassen altijd een typerende geur hebben o.a. doordat de gassen aldehyden bevatten, is de oorzaak van de slechte naam die de dieselmotor als bron van luchtverontreiniging heeft. Deze hinder is bij een goed onderhoud en gebruik van de machine voor een belangrijk deel te voorkomen, alleen de geur is niet geheel te vermijden. Als, overigens schrale, troost kan worden opgemerkt dat zelfs onder bijzonder slechte omstandigheden de uitlaatgassen geen belangrijke hoeveelheden giftige stoffen bevatten.

De uitlaatgassen van een benzinemotor zijn in het algemeen onzichtbaar, ze hebben slechts zelden een duidelijke typerende geur en zijn daardoor veel minder opvallend dan die van de dieselmotor. We hebben echter al gezien dat deze gassen altijd gedeeltelijk verbrande produkten o.a. koolmonoxyde, bevatten. Behalve dit giftige gas komen, afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden, ook stoffen vrij die bekend zijn om hun kankerverwekkende eigenschappen zoals het bekende 3-4 benzpyreen. Het aantal door benzinemotoren aangedreven auto's is ook in Europa zo groot dat er daardoor gevaarlijke situaties kunnen ontstaan. Een onderzoek door de Préfecture de police te Parijs uitgevoerd, bewees dat vele bestuurders van bij ongelukken betrokken wagens een te grote hoeveelheid koolmonoxyde hadden ingeademd. Wij hebben dus in Europa wel de directe nadelen van de benzinemotor, maar ontvangen daar bovendien de hinder van de dieselmotor als toegift bij, vergeleken met de Verenigde Staten.

Een verschijnsel dat geheel tot de uitlaatgassen van benzinemotoren is terug te voeren, is de in dit boek besproken Los Angeles smog, een nevel met sterk prikkelende en oxyderende eigenschappen. Deze ontstaat doordat de gedeeltelijk verbrande gassen, die uit de motoruitlaat ontsnappen, in de buitenlucht met elkaar en met bestanddelen van de lucht reageren. Deze reacties worden op gang gebracht door ultraviolette straling in het daglicht. De hoeveelheid ultraviolet daglicht is sterk afhankelijk van de plaats waar we ons op aarde bevinden; hoe dichter bij de evenaar wij zijn hoe meer ultraviolette straling wij ontvangen. En hier komt weer een groot verschil tussen Nederland en de Verenigde Staten te voorschijn, de V.S. liggen n.l. veel zuidelijker dan vaak wordt gedacht. Los Angeles ligt op dezelfde breedte als Rabat (Marokko), New York als Napels. Het gevolg is dat bij ons het gevaar voor het optreden van Los Angeles smog zeer veel kleiner is dan in de V.S. Ge-

heel uitgesloten is het verschijnsel niet; in de zomer heeft de atmosfeer in ons land ook vaak sterker oxyderende eigenschappen dan met de normale samenstelling van schone lucht overeenkomt. Het optreden ervan zoals dat b.v. in Los Angeles en San Francisco gebeurt, behoeven we niet te vrezen. Onze aandacht zal dus naar alle waarschijnlijkheid steeds in de eerste plaats op koolmonoxyde en stoffen met kankerverwekkende eigenschappen gericht blijven.

In het algemeen wordt het probleem van de luchtverontreiniging door het verkeer als afgedaan beschouwd met een bespreking van het wegverkeer. Wij moeten echter met deze gewoonte breken om een prettig punt te vermelden: de luchtverontreiniging door het spoorwegverkeer is hier in Nederland vrijwel geheel verdwenen. In vele buitenlandse gebieden zijn stoomlocomotieven nog belangrijke bronnen van vervuiling. Vooral de omgeving van rangeerterreinen heeft daar dikwijls heel wat te verduren.

Vermeldenswaard is ook dat het scheepvaartverkeer eveneens een leverancier van vervuiling is. Het trotse bezit van de grootste haven ter wereld betekent ook dat de stroom scheepvaartverkeer op de Nieuwe Waterweg zijn uitlaatgassen over de nabij gelegen streken uitstort. Het betreft hier een hoeveelheid die zelfs in deze omgeving, die toch waarlijk niet misdeeld is met bronnen van luchtverontreiniging, nog van groot belang is. Hoewel in veel kleinere mate geldt ditzelfde uiteraard ook voor de omgeving van het Noordzeekanaal en de Scheldemond.

OVER WIND EN WINDSTILTE

Na deze beschouwing over de bronnen is het nuttig even stil te staan bij de *verspreiding* van de vervuiling over het land na het verlaten van de schoorsteen of uitlaatpijp. We horen vaak de opmerking dat in ons vlakke land de wind wel zorgt voor een goede verdunning, het waait hier immers altijd. Bovendien hebben we hier geen diepe dalen met steile wanden waarin de verontreiniging kan blijven hangen. Het is niet te ontkennen dat deze opmerkingen een grond van waarheid bevatten; de gemiddelde windsterkte is hier inderdaad groter dan in b.v. Midden-Europa en heuvels en dalen komen behalve in Zuid-Limburg niet voor. Maar dat wil niet zeggen dat alle verontreiniging van de lucht als bij toverslag verdwijnt. Waar maar voldoende vuil in de lucht wordt geloosd kan toch een hoge concentratie ontstaan. Dit geldt in de eerste plaats voor

het zeer dicht bevolkte en sterk geïndustrialiseerde westen van het land. Overigens zijn perioden van windstilte hier zeer zeker geen uitzondering; het klimaat verschilt heus niet veel met dat van Engeland, waar wij toch meestal over praten als over een land met een sterk vervuilde lucht.

Het is natuurlijk een feit dat een flinke windsterkte een gunstige factor is; de verontreiniging wordt reeds bij het verlaten van de bron sterk verdund. Doordat bij een grote windsnelheid meestal een goede werveling en menging van de lucht optreedt, wordt de verdunning ook daarna nog sterk voortgezet. Laten we echter niet vergeten dat deze de verontreiniging goed verdunnende wind vaak uit westelijke richtingen komt, waarbij de verontreiniging juist het land wordt ingeblazen. Onze grootste opeenhopingen van industrie, in het Rijnmond- en in het IJmondgebied, liggen juist ten westen van de woonkernen. Er is trouwens nog een vraag te stellen die het optimisme in dit verband wat tempert, en wel deze: dacht men werkelijk dat het voor de oogstopbrengst enig verschil maakte of er éénmaal of meerdere malen per seizoen concentraties aan luchtverontreiniging optreden die het gewas vernietigen? Eénmaal is heus genoeg om te maken dat er geen opbrengst zal zijn!

GEVOLGEN BIJ DE MENS

Helaas moet worden opgemerkt dat de verontreiniging van de buitenlucht in Nederland reeds zover is voortgeschreden dat de gevolgen merkbaar zijn geworden, zowel wat de invloed op de menselijke gezondheid, als wat het welzijn van dieren en planten betreft. Dat materiële schade en vervuiling optreden is ook duidelijk. Achtereenvolgens zullen wij deze onderwerpen in het kort bespreken.

Reeds elders in dit boek is vermeld dat de gezondheid van de mens op twee manieren nadelig kan worden beïnvloed, en wel tijdens betrekkelijk korte perioden, b.v. van enkele dagen duur, van sterke luchtverontreiniging, en door langdurige blootstelling aan lagere concentraties.

In het eerste geval, de acute schade, kan dus zoals b.v. te Londen in 1952 oversterfte aangetoond worden, in het tweede geval bij de langdurige blootstelling kan het optreden van een bepaalde ziekte in aantal toenemen. Hoe openbaart dit geheel zich nu in Nederland?

Voor de acute gevolgen moeten we onze waarnemingen tijdens een periode van sterke verontreiniging bezien, voor de

bestudering van de invloed op de gezondheid door een lagere vervuilingsgraad van de lucht is een langdurig onderzoek nodig.

Waarnemingen van het eerste type zijn verricht door de Rotterdamse gemeentelijke commissie „Bodem, Water en Lucht", waarnemingen van het tweede type door het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO tijdens een langdurig onderzoek te Geleen.

Hoewel tijdens dit laatstgenoemde onderzoek een zeer groot aantal waarnemingen werd verzameld, zowel van de vervuilingsgraad van de lucht als van de gezondheidstoestand van de bewoners van het onderzochte gebied, bleek het niet mogelijk een ondubbelzinnig verband tussen deze beide grootheden te leggen. Indien er dus te Geleen gevolgen van langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging optreden, dan zijn deze gevolgen slechts klein in aantal en belangrijkheid.

Bij de bestudering van de acute gevolgen van luchtverontreiniging dient men er rekening mee te houden dat deze om twee redenen kunnen optreden, en wel door tijdelijk sterk verhoogde productie aan verontreinigingen, b.v. tijdens bedrijfsstoringen en door meteorologische omstandigheden die de normale verdunning van de luchtverontreiniging beperken.

Betrekkelijk kleine bedrijfsstoringen zoals het uitvallen van stofvangers, gaswassers, e.d. of het op beperkte schaal uit de hand lopen van processen worden bestreden door goed onderhoud van de betreffende installaties, toezicht door deskundig personeel, enz. In het algemeen zullen dergelijke storingen overal waar wordt gewerkt kunnen voorkomen; in het algemeen zijn de gevolgen zeer beperkt of niet waarneembaar. Een enkele maal wordt plantenschade veroorzaakt of wordt de gezondheid van dieren benadeeld, zoals tijdens het ontsnappen van insecticiden te Pernis in 1964 en bij het uit de hand lopen van een chemisch proces in Zeeuws-Vlaanderen waardoor cyaanverbindingen werden verspreid (1966). Het betreft hier echter steeds hinder of schade in zeer beperkte gebieden.

Uiteraard kunnen deze storingen soms grote omvang aannemen zoals bij breuk van leidingen waardoor grote hoeveelheden giftige gassen stromen, het uitbreken van brand in bepaalde bedrijven e.d.

Een bekend voorbeeld hiervan is het ontsnappen van grote hoeveelheden zwavelwaterstofgas tijdens een ongeval in een bedrijf in Poza Rica (Mexico) in 1950. Toen stierven 22 personen terwijl er 320 in ziekenhuizen moesten worden opgenomen.

Het aantal bedrijven waar met grote hoeveelheden giftige

of gevaarlijke stoffen wordt gewerkt is groter dan algemeen wordt beseft. In ons land schenkt de overheid extra aandacht aan dit probleem met het doel om in overleg met bepaalde bedrijfstakken tot het opstellen van speciale veiligheidsmaatregelen te komen. Dat ook bij ons de noodzaak hiertoe aanwezig is, is gebleken bij de bekend geworden brand in een mengmestfabriek te Vlaardingen in november 1963. Weliswaar werden toen door een buitengewoon gunstige windrichting de ontwikkelde giftige gaswolken van de bewoonde kernen weggeblazen zodat er gelukkig geen gevolgen voor de menselijke gezondheid te duchten zijn geweest, maar toch is door deze gebeurtenis de aandacht er op gevestigd dat ook hier te lande een aantal bedrijven hoeveelheden gevaarlijke of giftige stoffen in voorraad heeft, die groot genoeg zijn om een catastrofe te veroorzaken.

Hebben we bij verontreinigingsgevallen die optreden door bedrijfsstoringen of calamiteiten althans nog iets in eigen hand, het optreden van weersomstandigheden die de normale afvoer en de verdunning van de verontreinigingen belemmeren, onttrekt zich aan mogelijkheden van menselijk ingrijpen. Het enige redmiddel is dan de normale productie van verontreinigingen te beperken en zonodig zelfs bedrijven stil te leggen. Gelukkig bestaat er reeds een hoeveelheid kennis over de weersomstandigheden waarbij moeilijkheden zijn te verwachten, we kunnen dus tijdig waarschuwingen laten uitgaan.

Ook in ons land zijn perioden met sterk verhoogde luchtverontreinigingen voorgekomen. Bij de reeds eerder genoemde Rotterdamse studie werden drie van deze perioden nader bezien, en wel die van januari 1959, van maart 1961 en van december 1962. Om de invloed van de toen sterk toegenomen verontreiniging op de volksgezondheid te bepalen werden als criteria de sterfte, de ziekenhuisopnemingen en de ziekteverzuimen gebruikt. Er werden inderdaad enkele aanwijzingen verkregen dat er een nadelige invloed op de gezondheid was uitgeoefend *gedurende* de drie onderzochte pieken in de luchtverontreiniging. Het is echter nooit met zekerheid te zeggen dat deze invloed *door* de luchtverontreiniging is uitgeoefend.

Uiteraard is de sterfte het belangrijkste criterium. Het bleek nu dat er gedurende alle drie de perioden een kleine toename in de sterfte optrad. Dit verschijnsel is vooral voor de periode van december 1962 goed onderzocht. De bestudeerde bevolkingsgroep bestond toen uit die van Rotterdam, vermeerderd met die van Schiedam, Vlaardingen, Maassluis, Delft en Den Haag. Dit kon gebeuren omdat uit metingen was gebleken dat ook

Spectaculair, maar onwenselijk: luchtverontreiniging door de van 1953 daterende met kolen gestookte elektrische centrale aan de rand van Amsterdam.



Moderne roetafscheiding uit rookgassen door een 'cycloonvanger', in gebruik bij een fabriek in Enschede.

Het 'riool van Europa': de Rijn bij Duisburg – vergaarbak voor de vloeibare afvalstoffen van talrijke fabrieken.

Het riviertje de Ems bij Duisburg is niet meer. Het water was dermate vuil dat het nu via enorme pijpleidingen wordt geleid.

daar op hetzelfde ogenblik een piek in de luchtvervuiling was opgetreden. Als controlegroep werd de bevolking van Friesland, Groningen en Zeeland gebruikt. In deze provincies waren n.l. de weersomstandigheden vergelijkbaar met die in de zuidelijke helft van de randstad Holland, terwijl er beduidend minder luchtbezoedeling optrad. Na diverse correcties in het cijfermateriaal kwam men tot een totale oversterfte van 31 personen in het onderzochte gebied. 24 van deze slachtoffers waren ouder dan 60 jaar. Deze oversterfte had betrekking op een totale bevolkingsgroep van 1.823.000 personen.

Ook de beide andere criteria bleken nuttige aanwijzingen te geven. Zo bleek tijdens alle pieken dat er een toename in de ziekenhuisopnemingen optrad voor hart- en luchtwegaandoeningen bij personen boven 50 jaar. In 1962 bleek dat in gebieden met sterke verontreiniging de toename in het ziekteverzuim veel groter was dan in gebieden met hetzelfde weer maar met minder verontreiniging.

We kunnen het voorafgaande samenvatten door te stellen dat, hoewel in Nederland geen mistrampen van zeer grote omvang zijn opgetreden, zoals b.v. te Londen, toch een duidelijke invloed op de volksgezondheid wordt uitgeoefend tijdens perioden met sterk verhoogde luchtvervuiling. Deze invloed uit zich zowel in een verhoogde sterfte als in vergrote ziektekansen. Het is overigens gebleken dat de personen die overlijden in het algemeen de z.g.n. potentiële stervers zijn, dus diegenen die reeds zwak zijn en die nog slechts een enkele stoot (in dit geval gegeven door de luchtvervuiling) nodig hebben om te overlijden. Hoewel de gevolgen van een luchtvervuilingspiek dus minder dramatisch zijn dan vaak wordt gedacht, is dit geen reden om dan maar in deze toestand te berusten, integendeel wij moeten geen enkel nadelig gevolg voor de volksgezondheid aanvaarden.

DIEREN, PLANTEN EN BOMEN

Het is natuurlijk mogelijk dat de gezondheid van dieren op dezelfde wijze als bij mensen, n.l. door inademing van vervuilde lucht wordt benadeeld. Er is echter weinig bekend van deze wijze van inwerking. In het algemeen wordt aangenomen dat de betrokken schade van weinig betekenis is.

Geheel anders liggen de zaken wanneer de luchtverontreiniging neerslaat op gewassen, zodat vee in de weide de neergeslagen verontreinigingen met het voedsel kan opnemen. De gevolgen zijn het opvallendst bij runderen waar immers de melk-

productie een dagelijks gecontroleerde graadmeter voor de gezondheid van de dieren is. Dit wil natuurlijk niet zeggen dat speciaal runderen worden beschadigd, elk dier dat grote hoeveelheden plantaardig voedsel tot zich neemt, dus b.v. ook het paard of het schaap, loopt dit risico.

Naast enkele zware metalen, zijn vooral de fluorverbindingen berucht. Ook in ons land zijn heel wat gevallen van fluorvergiftiging, vooral bij runderen, bekend. In dit geval zijn gasvormige fluorverbindingen opgenomen in het plantenweefsel of stofvormige fluorverbindingen zijn neergeslagen op het gras. Bij het grazen neemt het vee deze stoffen op, waardoor ze hun vernietigende werking in het lichaam van het dier kunnen uitoefenen. Het gevolg is dat het gebit en de beenderen worden aangetast. Door het slechte gebit ondervindt het dier moeilijkheden bij het opnemen van het voedsel. Een dier dat in een omgeving graast waar zijn voedsel vaak uit luchtverontreiniging afkomstige fluor bevat loopt het gevaar in betrekkelijk korte tijd in een rampzalig wrak te veranderen. Wanneer het verschijnsel ver is voortgeschreden brengt het dier zelfs als slachtvee een slechte prijs op.

In ons land is dit in het algemeen opgetreden in de omgeving van kunstmestfabrieken die in veeteeltgebieden waren gelegen. Het is bij de veehouders bekend dat de melkgift van runderen terugliep bij verweiden naar een weiland waar uitlaatgassen van een dergelijke fabriek overheen waren gestreken. In bepaalde gevallen weigerde het vee zelfs te gaan grazen. De laatste jaren is de toestand gelukkig duidelijk verbeterd al is het probleem nog niet geheel opgelost.

Ter voorkoming van misverstanden moet hier worden opgemerkt dat kleine hoeveelheden fluorverbindingen geen schadelijke uitwerking hebben, integendeel fluor is zeer nuttig bij de opbouw van het gebit en de beenderen. Bij de tegenwoordig vaak toegepaste fluoridering van drinkwater wordt er dan ook op gelet alleen deze kleine hoeveelheden toe te voegen. Hier geldt dus hetzelfde als bij vele medicijnen: kleine hoeveelheden werken gunstig, grotere hoeveelheden werken als vergif.

Het optreden van schade aan planten en bomen is een van de best bekende gevolgen van de luchtverontreiniging in ons land. Het is opvallend, dat hoewel overal waar mensen wonen en werken luchtverontreiniging valt waar te nemen, de gewasbeschadigingen hier alleen voorkomen in de omgeving van industrieterreinen, met andere woorden de algemene achtergrond-

verontreiniging is niet zozeer de schuldige, maar wel moet de oorzaak worden gezocht bij specifieke stoffen die vaak door slechts een enkel bedrijf worden verspreid. De symptomen zijn ook vaak zeer specifiek voor bepaalde verontreinigingen. Juist deze symptomen kunnen vaak een aanduiding zijn van de schadegevende stof. Is deze eenmaal bekend, dan is de bron in vele gevallen vlot op te sporen, waarmee de bestrijding van de oorzaak van de moeilijkheden kan worden aangevat.

Bij het opsporen van de bron kan het van veel hulp zijn te weten dat de schade hier te lande in de praktijk slechts bij bepaalde weersomstandigheden optreedt. Dit heeft weer tot gevolg dat het schadegebied meestal alleen in noordoostelijke richting van de bron is te vinden; alleen in zeer ernstige gevallen is schade van belang ook in andere richtingen te zien. Het getroffen gebied kan een afmeting hebben van enkele honderden meters in lengte bij een breedte van enkele tientallen meters, tot zeer grote stroken, soms vele kilometers lang en enkele kilometers breed.

Het meest spectaculaire verschijnsel bij gewasbeschadiging is de bladverbranding. Deze wordt meestal veroorzaakt door gassen, zoals zwaveldioxyde en vooral het al in zeer kleine hoeveelheden voor planten moordende fluorwaterstofzuur. De verbranding kan zeer kleine stukjes bladweefsel aantasten b.v. alleen de bladpunten, maar kan in ernst toenemen tot het gehele blad afsterft. Onnodig te vermelden dat in zo'n geval een cultuurgewas geen opbrengst van betekenis heeft, terwijl siergewassen weinig sierlijks overhouden. Deze soort schade komt tamelijk verbreid voor in ons land. Ze is vooral bekend geworden door de moeilijkheden die de bloembollenteelt in Kennemerland (bij het IJmuidense industriegebied) heeft ondervonden. Daar werd in het slechtste jaar, 1954, voor ongeveer *f* 280.000 aan schadevergoeding uitgekeerd, een bedrag dat gezien de eerlijke wijze van schadetaxatie de orde van grootte der toegebrachte schade goed weergeeft. Doordat de bron in datzelfde jaar kon worden opgespoord en bestreden, is de schade daarna in een snel dalende mate opgetreden om na enkele jaren vrijwel te verdwijnen.

Ook in het Westland zijn vaak grote gebieden door de verbranding van gewassen getroffen. Door het grote aantal bedrijven in de omgeving is het tot nu toe vaak moeilijk geweest de bronnen van de gassen aan te wijzen en het gevolg is dat meestal de schadevergoeding dan ook uitblijft.

Het aantal gevallen waarbij de schade op een betrekkelijk klein gebied optreedt is in ons land vrij groot, we kunnen zelfs

rustig aannemen dat in een aantal gevallen de verbrandingsverschijnselen door de betrokkenen niet als gasschade worden herkend. In twijfelgevallen dient men dan ook altijd de land- of tuinbouwconsulent te raadplegen. Ook het omgekeerde komt voor, nachtvorstschade wordt wel eens aan fabrieksdampen toegedicht!

Een veel minder spectaculaire vorm van schade is de groeiremming die soms in de nabijheid van bepaalde bedrijven kan optreden. Het verschijnsel is vaak zeer moeilijk te constateren, vooral omdat hetzelfde kan optreden wanneer bepaalde voedingsstoffen in te geringe hoeveelheden in de bodem voorkomen. In een enkel geval is het echter ook in ons land waargenomen.

Beschadiging door vaste stof is zeer onwaarschijnlijk. Het is echter duidelijk dat een fijne groente die b.v. vervuild is met roetkoppen op de veiling een belangrijk lagere prijs opbrengt dan in schone toestand het geval zou zijn geweest.

Vervuiling door stof kan een opbrengstderving betekenen ook al blijft de plant zelf, in een kas, schoon. De ruiten van de kas vervuilen dan, wat weer tot gevolg heeft dat de plant wat minder licht ontvangt. Ze ontwikkelt zich dan nog wel goed, maar vraagt wat meer tijd om tot wasdom te komen. Primeurs die hierdoor enkele dagen later aan de markt komen, kunnen dan niet meer de hoge prijs halen van de gewassen die in schone kassen waren geteeld en daardoor wat eerder te koop werden aangeboden. Goed schoon houden van de kasruiten voorkomt dit, maar kost op zich zelf al geld. We zijn daarmee eigenlijk aan het volgende onderwerp gekomen.

AANTASTING VAN MATERIALEN

De economische schade die door luchtverontreiniging kan worden veroorzaakt, kan op vele manieren optreden. Zojuist zagen we al de verhoogde schoonmaakkosten in de tuinbouw onder glas verschijnen. Dit verschijnsel kan echter behalve de tuinder ook ieder ander treffen die zijn eigendommen in een goede conditie wil houden. Vaker verven e.d. behoort hier ook bij te worden gerekend.

De grootste schadepost is echter de aantasting van materialen, meest metalen, door zure gassen of nevels. De hierdoor optredende corrosie kan constructies verroesten wanneer geen zeer kostbare tegenmaatregelen worden genomen. Het is zeer waarschijnlijk dat de economische gevolgen van corrosie en corrosiebestrijding belangrijk groter zijn dan die van schade aan dieren en planten tezamen. Het feit dat hier geen levende we-

zens worden gedood terwijl de gevolgen voor de leek vaak onzichtbaar blijven, maakt dat er in het openbaar minder aandacht aan wordt besteed. Een enkele begassing van enkele uren duur die een veld bloemen vernielt is nu eenmaal opvallender dan een langzaam maar zeker dag en nacht doorvretende roestkorst op een metaalconstructie.

Het is opvallend dat degeen die hier de grootste schade ontvangt meestal de industrie is, ook wanneer ze zelf de betrokken verontreiniging niet veroorzaken. Vermeldenswaard is in dit geval de schade die scheepswerven in het Waterweggebied ondervinden door corrosie. De werf zelf veroorzaakt vrijwel geen luchtverontreiniging, de bron moet bij zijn buren worden gezocht.

Men leest wel eens schattingen van de jaarlijkse kosten van de luchtverontreiniging. De bedragen, die altijd groot zijn, ontlopen elkaar echter zeer sterk. Dit komt omdat de grens van wat schade is, moeilijk te trekken is. De een rekent alleen de beschadigingen aan planten, dieren en constructies, een ander berekent ook de schoonmaakkosten mee en die kunnen flink oplopen wanneer men ook de kosten van de reiniging van kleding meerekent. In enkele gevallen worden zelfs de verliezen die ontstaan bij het slecht verbranden van brandstoffen meegerekend. Hoewel het voor de ingewijde duidelijk is dat een juiste schatting van de totale schade niet te geven is, is wel gebleken dat het in ieder geval om zeer grote bedragen gaat. In ons land moeten we in de orde van grootte van miljoenen guldens per jaar denken.

Alleen deze bedragen al moeten een aansporing zijn de studie en bestrijding van de luchtbezoedeling met kracht voort te zetten. Als we dan bedenken dat de eerste reden voor de strijd tegen de luchtvervuiling gelegen is in het gevaar voor onze eigen gezondheid en in de hinder die we ondervinden, dan wordt het duidelijk dat er in ons land, dat ten onrechte vaak voor schoon wordt versleten, nog heel wat werk te verzetten valt.

HET ONDERZOEK

Hoewel degenen die in Nederland de luchtverontreiniging bestuderen vaak in letterlijke zin aan de weg timmeren, gebeurt dit niet in figuurlijke zin. Het gevolg is dat over de activiteiten van deze speurders in vakkringen wel voldoende bekend is, maar dat het grote publiek zelden of nooit iets hoort of leest van deze werkzaamheden of van de uitkomsten er van. Daardoor bestaat in vele kringen, vaak zelfs bij officiële instanties, de misvatting dat in ons land geen onderzoek naar de

luchtvervuiling wordt verricht. In werkelijkheid echter slaat ons land ook in internationaal verband, een betrekkelijk goed figuur.

Reeds voor de oorlog werden hier, voornamelijk door de Staatsmijnen, metingen verricht die tot doel hadden een indruk van de mate van luchtbezoedeling te verkrijgen. Toen echter kort na de oorlog de industrialisatie en de wederopbouw goed op gang kwamen, deed zich spoedig de behoefte gevoelen over meer gegevens te beschikken. Dat hier te lande de eerste stappen, die tot het verkrijgen van een beter inzicht in het verschijnsel luchtverontreiniging moesten leiden, werden gezet in Rotterdam is niet meer dan begrijpelijk. Daar immers was dank zij de uitzonderlijk gunstige geografische ligging van de stad een ontwikkeling van de industriële activiteiten ontstaan, die van verdere uitbouw van reeds bestaande haven- en industrieterreinen via het Botlekplan zou leiden naar het enorme Europoort- en Maasvlakteproject. Het is een bewijs van goed inzicht bij de stadsbestuurders dat zij reeds aan het begin van deze ontwikkeling hebben begrepen dat onderzoek naar het optreden van vervuiling en voorlichting bij de bestrijding daarvan noodzakelijk waren om te voorkomen dat de toestand uit de hand zou lopen.

Met als voornaamste doelstelling de leefbaarheid van de gemeente Rotterdam en daarmede van het gehele Rijnmondgebied te bevorderen, werd in 1948 de gemeentelijke commissie „Bodem, Water en Lucht" opgericht. Spoedig daarna begon het onderzoek, voornamelijk ondergebracht bij de Keuringsdienst van Waren. Deze dienst is inmiddels uitgegroeid tot een ver over de landsgrenzen bekend centrum van onderzoek.

Het is duidelijk dat een dergelijke gemeentelijke dienst, ook al verricht zij haar werkzaamheden in het hart van een sterk bedreigd gebied, niet kon voorzien in de gehele behoefte aan onderzoek.

In 1951 begon dan ook het toen o.a. op het gebied van waterverontreiniging al werkzame Instituut voor Gezondheidstechniek TNO zich toe te leggen op de studie van de verontreiniging van de buitenlucht. Eerst gebeurde dit als zijtak van het onderzoek dat al naar de luchtverontreiniging in fabrieken en werkplaatsen werd uitgevoerd, later als onafhankelijk speurwerkterrein. Spoedig volgden nu ook andere strijders voor gezonde lucht, meer gespecialiseerde onderwerpen werden in studie genomen, zoals door het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen, dat zich ging toeleggen op het onderzoek van invloeden van luchtverontreiniging op de

plantengroei en door het KNMI dat de meteorologische aspecten van het probleem in studie nam. Grote bedrijven begonnen met de opzet de bestrijding van het euvel zo goed mogelijk aan te pakken ook aan het onderzoek, speciaal met het doel de door eigen bedrijf in de lucht gebrachte stoffen nader te bestuderen; gemeentelijke commissies en werkgroepen ontstonden, kortom de sneeuwbal was aan het rollen en groeide daarbij uiteraard snel.

Momenteel is de toestand dan ook dusdanig, dat in de meeste direct bedreigde gebieden gemeten is of wordt om de verontreinigingstoestand vast te leggen. Onze regering heeft besloten tot het doen instellen van een landelijk meetnet. Een voorname taak hierbij zal toevallen aan het Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, een instelling die in de afgelopen jaren ook op het gebied van het onderzoek naar de luchtverontreiniging reeds de nodige ervaring heeft opgedaan. Uiteraard zal bij de opzet van het landelijke meetnet niet voorbijgegaan worden aan de ervaring die in de reeds bestaande plaatselijke meetnetten is opgedaan. De uitkomsten van de plaatselijke onderzoekingen zijn zonder meer bruikbaar in het landelijke meetpatroon.

De meeste aandacht wordt momenteel gericht op het meten van de concentratie aan zwaveldioxyde en aan roet in de ons omgevende lucht. Enkele instituten, vooral de meer op dit onderzoek gespecialiseerde zijn in staat het gehalte aan vele andere verontreinigingen in de buitenlucht te bepalen. In vele gevallen gebeurt dit dan niet met behulp van vaste meetnetten, die uit soms vele meetpunten bestaan zoals dat voor zwaveldioxyde en roet gebruikelijk is, maar met mobiele apparatuur die, in een meetwagen ondergebracht, op de bedreigde plaatsen wordt opgesteld. In de meeste gevallen moet een dergelijke mobiele meetopstelling beschikken over eigen stroomvoorziening en laboratoriumfaciliteiten. Dat voor de gebruikte meetapparatuur en analysemethoden niet met simpele oplossingen kan worden volstaan, blijkt uit het feit dat in de meeste gevallen de concentraties aan verontreinigingen in de lucht uitgedrukt kunnen worden als volumedelen vervuiling per honderd miljoen volumedelen lucht. De meting van dergelijke zeer kleine hoeveelheden verontreiniging vergt uiteraard moeite. De studie is echter waard verricht te worden; in deze kleine concentraties kan de vervuiling immers al schadelijk of hinderlijk zijn.

Een overzicht als het hier gegevene, hoe beknopt ook, kan uiteraard niet volledig zijn zonder enige uitkomsten van het onderzoek. Hierbij dienen we in de eerste plaats te beseffen dat de mate van vervuiling niet in een enkel getal is te geven.

De concentratie aan bezoedeling in de lucht is n.l. verre van constant. Hierbij spelen zowel de productie aan verontreiniging als de, voornamelijk door de weersomstandigheden beïnvloede, verdunning er van een rol. Er ontstaat dan ook in het algemeen een ingewikkeld patroon van variaties in de luchtbezoedeling. Als we hierbij in aanmerking nemen dat dit patroon niet noodzakelijk voor alle verontreinigingen hetzelfde is (de productie kan immers totaal verschillend verlopen, de weersomstandigheden kunnen de concentratie aan stoffen die laag bij de grond ontstaan anders beïnvloeden dan die van de stoffen die uit hoge fabrieksschoorstenen ontsnappen) dan wordt het begrijpelijk dat een volledig beeld slechts verkregen wordt door vele kortdurende metingen van elke verontreiniging afzonderlijk. Dit is echter meestal niet mogelijk en ook niet noodzakelijk.

In vele gevallen wordt een redelijk beeld verkregen door te meten in aaneensluitende perioden van 24 uur, zoals dat momenteel voor zwaveldioxyde en roet gebruikelijk is. Pas wanneer deze metingen gedurende ten minste een jaar zijn uitgevoerd, kan van een betrouwbare indruk worden gesproken.

Een dergelijke indruk krijgt u voor zwaveldioxyde in de volgende tabel waarbij u dient te bedenken, dat de metingen werden verricht in jaren dat geen speciale perioden met zeer hoge luchtverontreiniging optraden. De eenheden waarin de concentratie is uitgedrukt zijn microgrammen zwaveldioxyde per kubieke meter lucht. Voor vergelijking met de in Europa terecht minder gebruikelijke aanduiding „volumedelen per miljoen volumedelen lucht" (parts per million = ppm) dient bedacht te worden dat 1 ppm SO_2 gelijk staat met ongeveer 2700 microgrammen per m^3. (Voor andere stoffen gelden andere omrekeningsfactoren.) Tevens dient men bij vergelijking van de getallen de duur van de meting te kennen; bij kortere meetduren worden immers hogere piekwaarden gevonden dan wanneer de, vaak kort durende, piek als het ware wordt uitgesmeerd over een lange meetduur. Het trekken van conclusies over gevaar uit de volgende tabel dient dan ook aan specialisten te worden overgelaten.

De in de tabel genoemde meetpunten liggen:

A. In het industriegebied langs de Nieuwe Waterweg

B. In een middelgrote stad in het westen van het land

C. In een middelgrote stad in het oosten van het land.

De aantallen malen dat de betreffende concentraties aan zwaveldioxyde werden gemeten (24-uursbepalingen) gedurende een jaar zijn aangegeven. Het feit dat de totalen niet steeds 265

bedragen komt omdat er wel eens een meting door bijzondere omstandigheden mislukt.

Concentratie aan zwaveldioxyde in microgrammen per m^3	Meetpunt A	B	C
0 — 100	44	133	198
101 — 200	143	141	76
201 — 300	87	46	14
301 — 400	46	29	14
401 — 500	12	10	6
501 — 600	7	3	
601 — 700		1	
701 — 800			1
801 — 900			
901 — 1000			
1001 — 1500	2		
1501 — 2000	1		

We hebben hier slechts een enkel aspect van de vervuiling bezien, n.l. het vóórkomen van SO_2 dat algemeen wordt gebruikt als indicator voor de algemene luchtbezoedeling van het reducerende type (London smog). De oxyderende smog (Los Angeles smog) komt hier in feite niet voor. Wel heeft de atmosfeer hier soms duidelijk sterker oxyderende eigenschappen dan normaal zonder dat het tot smogvorming komt. Mogelijk is dit een voorbode van komende moeilijkheden.

Zoals bekend is, is de vorming van oxyderende smogs afhankelijk van de aanwezigheid van ultraviolette straling, die immers wanneer de grondstoffen voor de smogvorming in de lucht aanwezig zijn de onderlinge reactie tussen deze stoffen aan de gang zet, waardoor uiteindelijk de smogbestanddelen ontstaan.

Hoewel de productie aan grondstoffen voor Los Angeles smog hier te lande veel lager ligt dan in b.v. Los Angeles of San Francisco, is het heel waarschijnlijk dat deze stoffen wel aanwezig zijn. Omdat, althans in de zomer, ook ultraviolette straling van betekenis aanwezig is, is de kans op het optreden van oxyderende smog niet uitgesloten. Bij een onderzoek van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO bleek dan ook dat de frequentie van voorkomen van sterk oxyderende stoffen in de buitenlucht geheel parallel ging met de ingestraalde hoeveelheid ultraviolet licht. Om misverstanden te voorkomen moet

er hier bij worden verteld dat bij dit onderzoek alleen de aanwezigheid van de betrokken stoffen werd aangetoond, de concentraties waarin ze aanwezig waren is niet gemeten. Er ligt hier echter een duidelijke reden om ook in deze richting op onze hoede te zijn.

DE BESTRIJDING

Het uiteindelijke doel van alle onderzoekingen op het gebied van de luchtvervuiling is te komen tot een verantwoorde bestrijding van het euvel. Het constateren van moeilijkheden zonder de uitkomsten van het speurwerk te gebruiken als argumentatie voor verbeteringen is nu eenmaal nutteloos.

In ons land is inmiddels het peil bereikt waarop voor belangrijke beslissingen zoveel mogelijk van de steun van meetuitkomsten gebruik wordt gemaakt.

Zoals we reeds eerder hebben gezien zijn er drie grote bronnen van vervuiling, die elk hun eigen aanpak vragen. Daarbij worden uiteraard offers gevraagd, in het algemeen in de vorm van extra bedrijfskosten of afschrijvingen op een installatie die geen in geld uitdrukbare voordelen oplevert.

Hoewel slechts weinigen van ons dat zullen toegeven, vormt de verwarming van woon- en werkruimten zoals we reeds hebben gezien een belangrijke bron van luchtverontreiniging. In afwijking van verscheidene andere staten zoals Engeland en een aantal staten van de U.S.A., kent Nederland geen wettelijke grondslag voor de bestrijding van luchtvervuiling door verwarmingsinstallaties in woningen. Het bezwaar is echter kleiner dan men op het eerste gezicht zou verwachten. De Engelse „Clean air act" schrijft in feite een toestand voor zoals die bij ons al gebruikelijk is. Onze stookinstallaties zijn in het algemeen van goede kwaliteit terwijl de normaal toegepaste brandstof weinig aanleiding geeft tot vorming van abnormale hoeveelheden roet, zoals dat b.v. in Engeland wel het geval was voor de in werking treding van de „Clean air act". Verdere verbetering zou bij ons alleen mogelijk zijn door het voorschrijven van bepaalde, zeer schone brandstoffen zoals b.v. het Groningse aardgas. Zolang echter de schone brandstoffen op grond van andere voordelen zoals gemak en prijs vrijwillig steeds weer worden toegepast, is het dwingend voorschrijven van het gebruik overbodig. De overheid moet in dat geval de toepassing wel aantrekkelijk maken door b.v. ombouwvergoedingen.

Zoals we al eerder hebben betoogd vervullen ook stads- en

wijkverwarmingen een belangrijke rol bij het schoon houden van onze lucht. Het initiatief moet hier echter uitgaan van de overheid of van semi-overheidsinstellingen zoals stroomleveringsbedrijven. Tot nu toe beoordelen deze de situatie echter alleen op economische gronden.

SCHOORSTEENREUZEN

De bij de industrie toepasbare methoden om luchtbezoedeling te bestrijden kunnen hier niet in details worden beschreven, daar dit onderwerp een boek van enkele delen omvang vergt.

Een paar grondslagen zijn echter wel te noemen. De eenvoudigste wijze van bestrijden is ervoor te zorgen dat de verontreiniging niet ontstaat, b.v. door het toepassen van andere grond- of hulpstoffen, andere brandstoffen, enz. Als we niet kunnen voorkomen dat de vervuilde stoffen ontstaan, dan kunnen we tenminste proberen te verhinderen dat ze ontsnappen en als zelfs dat mocht mislukken dan kunnen we altijd nog zorgen dat de verontreinigingen voldoende zijn verdund voor ze het woon- en werkniveau bereiken. Op alle drie terreinen zijn in ons land grote successen geboekt. We noemen hiervoor de eerste mogelijkheid: de toepassing van zwavelarme brandstoffen zoals verscheidene bedrijven dit, vaak afhankelijk van de weersomstandigheden, doen en de toepassing van een nieuw vloeimiddel in de staalfabrieken te IJmuiden. Er zijn echter meerdere voorbeelden.

De tweede mogelijkheid, het afscheiden van de vervuilende stoffen voor ze de buitenlucht bereiken, wordt op een of andere manier in vrijwel elk bedrijf toegepast. Het rendement van een dergelijke vanger kan nu eenmaal niet 100% zijn, zodat er altijd nog iets ontsnapt - dat iets is dan altijd nog een van onze belangrijkste bronnen van luchtverontreiniging. Om deze bron verder te verkleinen wordt er door de technici hard gewerkt. Inmiddels hebben we het stadium bereikt dat in de overgrote meerderheid van de gevallen de hinder technisch kan worden opgeheven. In een aantal gevallen is de economie echter het struikelblok. Indien het toepassen van een nieuwe stofvanger de economische ondergang van het betrokken bedrijf zou betekenen, is dit niet als oplossing te zien. De regelmatig bekend wordende verbeteringen van bestaande methoden en de ontwikkeling van nieuwe methoden zijn dan ook uiterst welkom. Werkelijk sensationele verbeteringen doen zich niet voor, hoewel sommige persberichten soms suggereren dat nu de enig zaligmakende methode wel gevonden zou zijn.

De derde mogelijkheid, de goede verspreiding, is voor de buitenstaander de meest spectaculaire en tevens degene waar hij, volkomen ten onrechte, het minste vertrouwen in heeft. De van grote afstand zichtbare hoge schoorsteen maakt inderdaad een machtige indruk, ze roept echter bij de leek altijd de reactie op dat de vuiligheid nu over een groter gebied wordt verdeeld zodat veel meer mensen kunnen „meegenieten". Daarbij wordt vaak gedacht dat door verhoging van een schoorsteen de toestand op grote afstand van de bron slechter zou worden. Dit is een veel voorkomend hardnekkig misverstand. Verhoging van een schoorsteen betekent heus voor iedereen, of hij nu veraf of dichtbij woont, een duidelijke verbetering. Wie het niet gelooft mag het zelf narekenen of nameten en wie daartoe niet in staat is kan beter zwijgen.

Behalve door directe schoorsteenverhoging kan men ook betere resultaten verkrijgen door te maken dat de rookpluim na het verlaten van de schoorsteen verder doorstijgt. Dit kan gebeuren door warme gassen te spuien; de warmte-inhoud van de pluim zorgt dan voor een verdere stijging. Het met grote snelheid uitblazen van rookgassen wordt ook wel eens toegepast. Het werkelijk nut daarvan wordt hier te lande vaak betwijfeld.

Ongeveer tien jaar geleden gold in ons land een schoorsteen van honderd meter hoogte nog als een reus. Inmiddels zijn schoorstenen van de „150 meter klasse" geen uitzondering meer, de eersteling op dit gebied was de schoorsteen van de sinterinstallatie van de Hoogovens te IJmuiden. De hoogste schoorsteen hier te lande is momenteel die van de salpeterzuurfabriek van de Staatsmijnen te Geleen, die met zijn 176 meter inderdaad een forse knaap is. Een nog hogere is echter in aanbouw voor de Shellraffinaderij te Pernis. Hier wordt een (voorlopig) record van 212 meter gevestigd.

MET DE WET IN DE HAND

Er bestaat in ons land geen speciale wet op de zuiverheid van de atmosfeer die zou kunnen dienen als wettelijke achtergrond bij de bestrijding van luchtverontreinigingen. Er wordt echter wel gewerkt aan de voorbereiding van een dergelijke wet.

Het is nu echter mogelijk een nuttig gebruik te maken van de reeds oude Hinderwet met het bijbehorende Hinderbesluit. Oorspronkelijk is deze wet opgezet voor andere soorten hinder, zoals lawaai, brandgevaar, e.d. Door een recente aanpassing is

het mogelijk geworden ook de luchtverontreiniging op grond van de Hinderwet doeltreffend te bestrijden voor zover het door de industrie veroorzaakte hinder betreft. In deze wet wordt geregeld dat een bedrijf niet in werking mag komen zonder vergunning van de gemeentelijke overheid (wanneer het een gemeentelijk bedrijf betreft of een op het terrein van meerdere gemeenten gelegen bedrijf door de provinciale overheid). Deze vergunning wordt pas verstrekt wanneer de vergunninggever overtuigd is dat de betrokken fabriek geen abnormale hinder aan omwonenden zal geven. Een dergelijke vergunning kan voorwaardelijk worden verstrekt. In de voorwaarden staat dan omschreven wat het bedrijf moet doen voor het in werking mag komen. Tegen een vergunning of tegen de er in gestelde voorwaarden mogen alle partijen (ook de omwonenden) in beroep gaan, in laatste instantie bij de Kroon.

De opzet van de wet heeft wel zijn bezwaren. Ten aanzien van de luchtverontreiniging is het b.v. niet gelukkig dat de gemeentelijke autoriteiten met de uitvoering zijn belast. In de eerste plaats stoort luchtverontreiniging zich nu eenmaal niet aan gemeentelijke grenzen, in de tweede plaats kan men niet van elke gemeente verlangen dat zij een deskundige staf heeft die alle hinderwetzaken kan bezien. Enkele van onze grote steden hebben een goed geoutilleerde dienst en kunnen zelf alle onderwerpen behandelen, de anderen moeten op adviseurs terugvallen.

Inmiddels is door het Rijk enkele jaren geleden een nieuwe dienst in het leven geroepen: de Inspectie voor de Hygiëne van het Milieu. Hieruit blijkt dat de overheid de milieuhygiëne met als onderdeel de zuiverheid van de buitenlucht als een zeer belangrijk onderwerp beschouwt. De nieuwe dienst waarin de reeds in rijksdienst aanwezige deskundigen zijn ondergebracht, versterkt met inmiddels aangetrokken en opgeleide krachten, kan nu naast b.v. de Arbeidsinspectie optreden als adviseur van de gemeentelijke autoriteiten waar het hinderwetzaken betreft. Er zijn echter in ons land ook anderen die voldoende ervaring hebben om als adviseur op te treden.

In het verleden is wel eens als nadeel gebleken dat een gemeente die industrie wil aantrekken op zijn gebied vaak veel zwakkere eisen (of in het geheel geen eisen) stelt dan een gemeente die al eens kennis heeft gemaakt met luchtverontreiniging. Als dan na de feestelijke opening van het bedrijf, vaak door de burgemeester of een wethouder, de klachten gaan binnenstromen dringt het door dat industrialisatie zonder meer ook niet alles is. De ijlings te hulp geroepen adviseur zit dan met de moei-

lijkheden omdat het veranderen van een eenmaal bestaand bedrijf veel moeilijker is dan het direct bij de bouw toepassen van de juiste bestrijdingsmogelijkheden. Het in sommige gevallen enig juiste advies: afbreken en opnieuw beginnen en dan liefst ergens anders, komt natuurlijk niet in aanmerking. Gelukkig zijn dergelijke gevallen uitzondering.

Voor de bestrijding van door het verkeer veroorzaakte luchtverontreiniging bestaat geen directe wettelijke achtergrond in ons land. Wel maakt het wegenverkeersreglement het mogelijk op te treden tegen wagens die zoveel rook verspreiden dat ze daarmee de rest van het verkeer hinderen. Voor het overige zijn we geheel afhankelijk van wat de, in het algemeen buitenlandse autofabrieken ons te bieden hebben. Dit betekent overigens dat het terugvoeren van de carterventilatiegassen naar de motor, waardoor de er in aanwezige stoffen verbranden, goed op weg is gemeengoed te worden omdat de meeste buitenlandse autoproducerende landen deze verbeteringen dwingend hebben voorgeschreven. Daarmee zijn we echter nog niet af van de verontreinigingen die met de uitlaatgassen in de lucht komen. Het ziet er naar uit dat de in de Verenigde Staten ontwikkelde naverbranders, die trouwens nog niet voor kleine auto's leverbaar zijn, nooit op grote schaal tot toepassing zullen komen. De motortechniek is momenteel zover gevorderd dat ook zonder naverbranding betrekkelijk schone uitlaatgassen zijn te verkrijgen. Zodra deze ontwikkeling in het buitenland doorzet zal ze, evenals de carterventilatie, ook hier spoedig tot toepassing komen. Het ontbreken van wettelijke regelingen betekent dus, wat het speciale onderwerp verkeersverontreiniging betreft, geen nadeel ten opzichte van het buitenland.

EN NU: DE BALANS

Wanneer we nu onze ervaringen samenvatten, dan zien we in de eerste plaats dat de nog steeds ter tafel komende opmerking dat Nederland met zijn vlakke gebieden en zijn zeewinden schoon is, niet meer opgaat. Er is hier wel degelijk luchtverontreiniging, de bekende gevallen van schade en hinder bewijzen dat. Er zijn trouwens heel wat gebieden waar men alleen maar zijn neus behoeft te gebruiken om tot deze conclusie te komen. Het wordt dus hoog tijd dat de „wind- en ruimtesage" voorgoed verdwijnt, want zelfs de wind ontbreekt hier wel eens en voor ruimte van een afmeting dat luchtverontreiniging kan worden opgevangen, moeten we met vakantie naar het buiten-

land gaan. Dat wil nog niet zeggen dat de toestand onrustbarend is. Verscheidene grote problemen heeft men goed in de hand. De metingen van lange duur wijzen uit dat de concentratie aan verontreiniging in de sterkst bedreigde gebieden de laatste jaren niet is toegenomen, wel wordt het bedreigde gebied zelf nog groter, voornamelijk door de steeds verder gaande verstedelijking en de stichting van industriegebieden waar eens landbouwgebieden en natuurgebieden waren. Het is dan ook noodzakelijk om bij de verdere industrialisatie en verstedelijking eindelijk ook eens andere motieven dan de economie te betrekken. Welvaart betekent heus niet alleen geld op zak, integendeel het betekent in de eerste plaats wel bevinden en daarvoor juist is een gezonde omgeving noodzakelijk. Het is beter met negen gulden op zak in een frisse omgeving te vertoeven dan met tien in een door stank en giftig gas verknoeide stad.

Ondanks het gematigd optimisme dat we mogen hebben ligt er nog steeds een grote taak voor ons, zowel voor de specialist die bij het onderzoek en de bestrijding van de luchtverontreiniging is betrokken, voor de Raad voor de luchtverontreiniging die de regering moet adviseren wat de te nemen maatregelen betreft, voor de industrieel die geld moet uitgeven voor apparatuur die niet meetelt in de rentabiliteit van zijn bedrijf als ook voor de particulier, die mogelijk meer geld voor zijn verwarming moet uitgeven of voor wie de auto duurder zal worden. Bedenk wel dat u even goed bij de bestrijding van luchtverontreiniging bent betrokken als ieder ander. De mentaliteit van de niet-autobezitter dat het verkeer de schuldige is, van de automobilist die alleen maar aan onwillige industriëlen denkt en van de fabrieksbezitter die vindt dat het nu maar eens uit moet zijn met het stoken van potkacheltjes, moet nu eindelijk eens volledig verdwijnen. Alleen wanneer wij allen volledig willen meewerken, kan het euvel van de luchtverontreiniging worden ondervangen, maar dan moet u ook meedoen.

Tot slot nog een algemene opmerking. In dit hoofdstuk zijn naast het speciale onderwerp betreffende de toestand in ons land ook enkele algemene zaken behandeld. Dit was nodig daar anders de achtergrond ontbrak waartegen het geheel moet worden bezien. In verscheidene andere landen zou dit overbodig geweest zijn; daar is het gehele volk meer vertrouwd met het probleem. De voorlichting hier berust nog te veel bij de pers alleen, waardoor vaak in weerwil van ieders goede bedoelingen misvattingen blijven bestaan.

LITERATUUR

Het is niet mogelijk een volledig overzicht te geven van alle in ons land verschenen artikelen en publicaties over het probleem van de verontreiniging van de buitenlucht. Dat is trouwens ook niet nodig; in een algemeen oriënterend werk als dit kan met een bloemlezing worden volstaan.

In dit overzicht zijn geen rapporten van metingen en andere onderzoekingen opgenomen. Hoewel er in ons land enkele honderden van dergelijke rapporten bestaan, zijn ze voor niet-vakmensen niet of moeilijk verkrijgbaar, bovendien vormen ze voor de belangstellende leek meestal taaie lectuur.

De volgende publicaties geven een goed beeld van de verschillende aspecten van het probleem.

Water en lucht in industrialiserend Nederland
Preadviezen voor de 182ste algemene vergadering van de Nederlandse maatschappij voor nijverheid en handel, juni 1965.

Enige aspecten van de verontreiniging van de buitenlucht
Ir. L. J. Brasser.
Mens en Onderneming, mei 1963.

Luchtverontreiniging
Om de kwaliteit van het bestaan.
Dr. Wiardi Beckman Stichting, mei 1965.

De Nederlandse Industrie
Extra nummer gewijd aan de luchtverontreiniging, februari 1965.

On the diffusion of stack gases in the atmosphere
Dr. F. H. Schmidt.
Mededelingen en verhandelingen van het KNMI nr. 68, 1957.

A study on air pollution
Dr. L. A. Clarenburg.
Proefschrift 1960.

Luchtverontreiniging en volksgezondheid in Rotterdam
Dr. L. Burema, K. Biersteker, arts, Dr. H. de Graaf.
Commissie Bodem, Water en Lucht, Rotterdam 1964.

Luchtverontreiniging en gezondheid in Geleen
Ir. L. J. Brasser, P. E. Joosting, arts.
Rapport 31 van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO, april 1964.

Luchtverontreiniging in de omgeving van de IJ-mond
Ir. D. van Zuilen, Ir. F. Spierings, Ir. L. J. Brasser, Dr. F. H. Schmidt, Ir. W. Visser.
De Ingenieur no. 48 en 50, 1959.

Luchtverontreiniging en landbouw
Ir. F. Spierings.
Instituut voor Plantenkundig Onderzoek, Wageningen.

Beschadiging aan tuinbouwgewassen door fabrieksdampen
Ir. W. J. Mulder, W. den Boer.
Publicatie no 87 van het Proefstation voor de groenten- en fruitteelt onder glas te Naaldwijk, 1961.

An analysis of dust measurements in three cities in the Netherlands
Dr. F. H. Schmidt.
Mededelingen en verhandelingen van het KNMI nr. 86, 1964.

Het Vraagstuk van de Luchtverontreiniging
(Provinciale Gezondheidsdag 1964)
Provinciale Raad voor de Volksgezondheid in Zuid-Holland.

Verontreinigde Lucht
(Ontstaan, medische betekenis en bestrijding van verontreinigde buitenlucht.)
K. Biersteker.
Academisch proefschrift. Van Gorcum & Comp. N.V. - Dr. H. J. Prakke en H. M. G. Prakke, Assen, 1966.

Waterverontreiniging

„Minstens een halve eeuw lang heeft dit land een van zijn waardevolste natuurlijke hulpbronnen verwaarloosd. In vele gevallen heeft het zijn steden, zijn boerderijen en zijn fabrieken toegestaan hun afvalstoffen lukraak op de nationale rivieren en stromen te lozen — zonder dat er enige controle op werd uitgeoefend en zonder dat er ook maar een ogenblik bij werd stilgestaan".

G. E. MCCALLUM
Adjunct-directeur-generaal van
de Volksgezondheid der V.S.

7 Koel, verfrissend en - smerig

OPEN RIOLEN

In het jaar 1608 voer kapitein John Smith de Potomac rivier af, van de wijde uitgestrektheid van de Chesapeake Baai langs het tegenwoordige Point Lookout tot Little Falls. Zijn doel was de rivier tot aan de zee te exploreren en zo mogelijk een weg naar het oosten te vinden. De moedige kapitein, die zo'n legendarische rol heeft gespeeld in de Jamestown kolonie, berichtte dat de vissen in het kristalhelder water „zo dicht opeen lagen" dat ze zonder enige moeite uit de rivier geschept konden worden.

Op een dinsdagochtend in mei 1960, meer dan drie eeuwen nadat de kapitein zijn relaas had neergepend, zat de heer Arthur B. Hanson, vice-voorzitter van de Coördinatiecommissie voor de Potomac vallei in een deftig gelambrizeerde kamer van het nieuwe kantoorgebouw van de Senaat der Verenigde Staten, en wees woedend op de schade welke de moderne mens aan de Potomac rivier heeft aangericht. Hanson sprak tot de Senaatscommissie voor de Nationale Watervoorziening, die onder leiding stond van de thans overleden senator Robert S. Kerr. Zonder een blad voor de mond te nemen noemde hij de Potomac „een open beerput". Hij herinnerde de commissie eraan, dat bezoekers van Washington alle recht hadden om hier „een Mekka van de recreatie te verwachten, met prachtige badstranden, aantrekkelijke watersportinrichtingen en gezonde visgronden. In plaats daarvan worden zij geconfronteerd met een lagune, die men als een open riool kan bestempelen".

De Potomac is na de Susquehanna de langste van de Noordatlantische kustrivieren. Zij ontspringt uit de samenvloeiing van twee kleinere rivieren in het Appalachen-gebergte en kromt zich dan als een sikkel tussen Virginia en Maryland naar het zuidoosten in de richting van de Atlantische Oceaan. In 1950 voorzag de Potomac de gemeenten langs haar oevers van drinkwater uit het door haar gedraineerde, 40.000 vierkante kilometer beslaande „reservoir". De gemeenten langs dit reservoir loosden

echter genoeg ongezuiverd en/of slechts ten dele gezuiverd afvalwater op de rivier en haar zijrivieren om er — aldus Hanson — „honderdvijftig maal het Pentagon mee te vullen".

In minder bloemrijke taal rapporteerde de afdeling Watervoorziening en Waterzuivering van de Openbare Gezondheidsdienst der Verenigde Staten aan de Kerr-commissie dat „letterlijk alle gemeenten langs de noordelijke tak van de Potomac hun rioolwater op de rivier lozen, terwijl er praktisch geen zuiveringsinstallaties bestaan". De gezondheidsdienst constateerde zelfs dat de verontreiniging van de Potomac reeds in het bergland begon, waar zich zwavelzuur uit de afvalwaterlozing van verlaten kolenmijnen in de rivier concentreerde. Naarmate de concentratie van het zuur toenam, werd steeds meer plantaardig en dierlijk leven gedood, waardoor de groei van de bacteriën, die het organische afval in de rivier plachten te ontleden, werd belemmerd. Dientengevolge was de rivier steeds minder in staat langs natuurlijke weg met nieuwe afvalstoffen af te rekenen. Het zuur beschadigde boten, bruggen, dammen en andere installaties die met het rivierwater in aanraking kwamen, waardoor de kosten van waterbehandeling voor gemeentelijke en industriële doeleinden steeds hoger opliepen.

Naarmate de rivier naar de laagvlakten van Maryland en Virginia afzakte, pikte zij nieuwe hoeveelheden afvalstoffen op in de vorm van insekten- en onkruidbestrijdingsmiddelen en chemische meststoffen van de maïs- en tabaksvelden. Waar de Potomac het gebied van Washington bereikt, wordt haar snelheid door de getijden en winden uit de Atlantische Oceaan afgeremd. Het water begint lusteloos heen en weer te stromen en als het water van een meer tussen de oevers te circuleren. De Public Health Service constateerde dat hier in feite „het rioolwater van de stad Washington in een traag bewegende vijver wordt geloosd". Daar er in de zomer omstreeks 40 dagen mee gemoeid zijn eer het water de 24 kilometer van de Three Sisters Islands naar Fort Washington heeft afgelegd, „blijft dit afvalwater vele dagen in de stad Washington en omgeving aanwezig".

Het rapport van de Public Health Service was gedateerd januari 1960. In de weinige jaren die sedert de Kerr-commissie haar enquête hield zijn verstreken, is de verontreiniging van de Potomac onder controle gebracht en wordt deze „beerput" langzamerhand opgeruimd. Een plan om de toestand met steun van de gemeenten langs de bovenloop van de Potomac te verbeteren, heeft het binnendringen van zwavelzuur in de rivier zoal niet geheel tot staan gebracht, dan toch in elk geval

aanmerkelijk belemmerd, en tevens de hoeveelheid ongezuiverd rioolwater die in de Potomac werd geloosd, sterk doen afnemen. Hoewel zegslieden van de Public Health Service toegeven dat de Potomac haar oorspronkelijke ongerepte staat heeft verloren, leggen zij er de nadruk op dat zij thans bacteriologisch „in tamelijk goede conditie" verkeert, en dat de toestand in elk geval „sterk verbeterd" is in vergelijking met de situatie zoals die zich tijdens de enquête van de Kerr-commissie voordeed.

Ongelukkigerwijs kunnen zelfs deze bescheiden resultaten nauwelijks voor de vele andere grote waterwegen van Amerika worden gerapporteerd. De eens zo trotse Delaware rivier verandert b.v. tussen Philadelphia en Wilmington in een weerzinwekkend riool. Dit reusachtige stedelijke gebied bezoedelt het water met evenveel afval als door 4,5 miljoen mensen wordt geproduceerd. Niet alleen is de Delaware zelf zwaar belast met rioolwater en industrieel afvalwater, maar de verontreinigingen zijn ook doorgedrongen in de grondwaterreservoirs die een aantal afgelegen gemeenten bedienen, met het gevolg dat de kwaliteit van de watervoorziening er voortdurend is gedaald. In een aantal van de voornaamste reservoirs is de kwaliteit van het grondwater even slecht als die van de rivier, zodat dit water een aanvullende behandeling moet ondergaan en er nieuwe bronnen moeten worden geslagen om de besmette drinkwaterputten te vervangen.

Diverse delen van de Mississippi zijn dermate vervuild dat er snel iets moet gebeuren als men de visstand in de rivier wil redden en haar als waterleverancier wil handhaven. Menigeen rezen de haren te berge, toen enkele jaren geleden in New Orleans naar aanleiding van rapporten over omvangrijke vissterfte, door de Public Health Service een diepgaand onderzoek werd ingesteld, waarbij de mate van vervuiling van de benedenloop van de machtige rivier in volle omvang aan het licht kwam. In 1963 werden als gevolg van de aanwezigheid van sterke insecticiden in het rivierwater naar schatting vijf miljoen zoet- en zoutwatervissen gedood. Niet slechts in het brakke water in de mond van de Mississippi werd de dode vis aangetroffen, maar zelfs zover noordelijk als het gebied rondom St. Louis, waar grote stedelijke gemeenten altijd hebben geworsteld met het ernstige probleem van het openbare en industriële afvalwater.

Het sterven van vis levert geen plezierige aanblik op. Dr. Donald Mount, een visserijbioloog van de Public Health Service, beschrijft zijn ervaringen bij Baton Rouge, toen hij verscheide-

ne dagen in de Mississippi-delta doorbracht om specimina voor zijn laboratoriumonderzoek te verzamelen. „Duizenden exemplaren van de zeewolf, 'drumfish', buffelvis en elft kwamen aan de oppervlakte drijven, onmachtig de verticale stand in te nemen en veelal onder helse stuiptrekkingen" aldus zijn rapport. „Ook zag ik uitgestrekte scholen stekelbaars, die zich in een toestand van hevige activiteit, gepaard gaande met stuiptrekkingen, bevonden. De buiken van bijna alle stervende zeewolven waren sterk gezwollen en bij onderzoek bleken de ingewanden met gassen en vloeistoffen gevuld. Tal van vissen vertoonden bloedingen van de huid en van inwendige organen." In het deltagebied 500 km voorbij Baton Rouge observeerde dr. Mount „duizenden haringen, ponen en zeewolven, in diverse stadia van hyperactiviteit en geteisterd door convulsies. Een blauwe zeewolf met een gewicht van naar schatting 14 pond dreef in een haven, niet in staat de verticale stand aan te nemen. Diverse malen begaven wij ons in een doodlopende inham en als de boot het andere einde was genaderd, zagen wij scholen opgesloten, stuiptrekkende haringen, die bij honderden tegen de boot, de oevers of tegen een olieboortoren probeerden op te springen".

De majestueuze Ohio rivier, die het water van een der sterkst geïndustrialiseerde valleien van de Verenigde Staten afvoert, draagt duizenden kilogrammen vuil naar de Mississippi. „Ik ben vlak bij de Ohio geboren" verklaart Congreslid Bruce Spence uit Kentucky, „en ik heb het grootste deel van mijn leven in een huis met uitzicht op de rivier gewoond. Ik heb die rivier van de magnifieke stroom waarin ik als jongen placht te zwemmen, zien veranderen in een stinkend riool."

In 1944 had de verontreiniging van de rivier een dusdanig peil bereikt, dat acht staten zich aaneensloten om de „Watersaneringscommissie voor de Ohio Rivier" in te stellen. Onder auspiciën van deze commissie werden door de gemeenten in het betrokken gebied honderden miljoenen dollars uitgegeven aan rioolwaterzuiveringsinstallaties, die 95% van de bevolking langs de hoofdader van de rivier bedienden, hetgeen voordien nog niet met 1% van de bevolking het geval was geweest. Tegen het einde van de jaren '50 kon de commissie rapporteren dat 1200 van de 1440 industriële installaties, die afvalstoffen in de rivier plachten te spuien, nu voldeden aan de vastgestelde minimumeisen, en dat men bij omstreeks 900 van deze installaties afdoende maatregelen had genomen om het probleem geheel onder controle te krijgen.

„Wat ook bereikt moge zijn, er is bepaald geen aanleiding

om het er nu verder maar bij te laten" waarschuwt de commissie. „De toestanden in de boven-Ohio en langs een aantal van haar zijrivieren zijn nog verre van bevredigend. Zo kan men bijvoorbeeld moeilijk beweren dat men de verontreiniging met olie en de lozing van bepaalde industriële afvallen reeds geheel onder de knie heeft. Evenmin is er een waarneembare afneming van de zure afvalstoffen van kolenmijnen; bovendien is een aantal gemeenten opvallend laks geweest in het nakomen van hun verplichtingen".

De Commissie constateert dat „een aantal steden die de Ohio als gemeentelijke waterbron benutten, nog steeds worden geplaagd door ernstige, hardnekkig terugkerende geur- en smaakproblemen en dat zich bovendien andere moeilijkheden voordoen, zoals toenemende concentratie van de chloorzouten en problemen met betrekking tot de visstand in de bovenloop van de rivier".

De Hudson rivier is dermate met rioolwater en industrieel afvalwater verontreinigd dat grote delen ervan volkomen ongeschikt zijn voor gebruik als drinkwater. Zelfs in de bovenloop van de rivier is het water al smerig. Rensselaer, een kleine gemeente van 11.000 zielen, die haar water uit de Hudson betrekt voordat deze Albany bereikt, werd door potentieel gevaarlijke verontreinigingsniveaus geplaagd. In 1958 werd de gemeente door de provinciale inspecteur van de Volksgezondheid gewaarschuwd dat de vervuiling van de Hudson nu een punt had bereikt waar ook verhoging van het chloorgehalte geen betrouwbaar middel meer vormde om „de gewenste langdurige optimale bescherming te verkrijgen".

Heden ten dage is vrijwel elke grote waterweg in de Verenigde Staten door vervuiling aangetast, waarbij in vele gevallen de verontreinigingsniveaus van de Potomac, de Delaware, de Mississippi, de Ohio en de Hudson worden benaderd. Natuurlijk loopt het patroon van de vervuiling bij verschillende wateren uiteen. In de oostelijke rivieren vormen rioolwater en industriële afvallen de voornaamste bronnen van verontreiniging, terwijl in de rivieren van het „Verre Westen", zoals de Colorado en de Gunnison, tot voor kort het radioactieve afval van uraniumertsen de ernstigste verontreinigingsproblemen opwierp. Mineralen, in het bijzonder de chloriden die bij de oliewinning met de pekel omhoogkomen, verontreinigen nog steeds delen van de Arkansas en van de Red River, hoewel er momenteel zowel door de Public Health Service als door de plaatselijke instanties maatregelen worden getroffen om deze bron van verontreiniging onder controle te krijgen. De Blackstone rivier (van Massachusetts tot Rhode Island), de Kanawha (van

West-Virginia tot Ohio) en de Savannah (van Georgia tot Zuid-Carolina) zijn ernstig aangetast door vervuiling. Gemeentelijke en industriële afval hebben deze rivieren vrijwel ongeschikt gemaakt als drinkwaterbronnen en als biologisch milieu voor waterplanten en dieren. Het Erie-meer is letterlijk bezig in een „dode zee" te veranderen. Dit reusachtige waterreservoir, dat zich van Buffalo aan zijn oostelijke punt tot Toledo aan zijn westpunt uitstrekt, wordt gedegradeerd tot een stinkend riool waarin door menselijke activiteit geproduceerde afvalstoffen worden geloosd.

Tal van watergebieden langs de kust worden sterk verontreinigd door rioolwater en andere afvallen uit het binnenland. „Dag in, dag uit wordt langs de Californische kust meer dan 3,5 miljard liter rioolwater geloosd" rapporteert dr. Claude E. ZoBell van het Scripps Instituut voor Oceanografie. „Bijna twee derden hiervan vindt zijn weg naar zee, en wel in enkele sterk gelocaliseerde streken in het zuidelijk deel van de Verenigde Staten". Zo loost de stad Los Angeles bijvoorbeeld per dag ruim een miljard liter rioolwater in de Santa Monica Baai, nog afgezien van bijna een miljard liter uit de provinciale riolen die uitmonden in het Kanaal van San Pedro. Dr. ZoBell waarschuwt dat „zij die belast zijn met de verantwoordelijkheid voor de riolering, moeite blijken te hebben om de snelle, ononderbroken groei van de bevolking bij te houden, welke groei de afgelopen tien jaren bijna 4 percent per jaar bedroeg."

De grote riviermonden van de oostkust zijn thans dermate verontreinigd, dat slechts enkele beperkte kuststroken in de nabijheid van stedelijke zones nog in aanmerking komen voor badvermaak. En zelfs deze beperkte recreatiegebieden moeten van tijd tot tijd worden gesloten op grond van een te hoge bacterietelling. Een zo mogelijk nog treffender bewijs van de toenemende verontreiniging van de zee is de desastreuze achteruitgang van de schaaldierenindustrie in of bij de grootste riviermonden van de oostkust. De gewone oester is een uitstekende graadmeter voor de verontreiniging van zeewater; naar de mening van een deskundige als dr. Thurlow C. Nelson van het Bureau voor Schaaldiervisserij van New Jersey is de oester zelfs een veel gevoeliger indicator dan het gebruikelijke chemische onderzoek van verontreinigd water. Er was een tijd dat bezoekers van de stad New York — die toen nog een kolonie was — in vervoering raakten over de oesters van Raritan Bay, een watergebied tussen Staten Island en Sandy Hook. In 1748 schreef een enthousiaste Peter Kalm dat „deze oesters in kwaliteit door die van geen enkel land worden overtroffen. Mensen van alle rang en stand geven ze hier als regel de voorkeur bo-

ven elke andere soort voedsel". Nog betrekkelijk kort geleden — in het jaar 1880 — beschikte de Raritan Bay, in weerwil van de na de burgeroorlog ingetreden groei van de stad New York, nog over bloeiende oesterbanken. Van de omstreeks 30.000 schepels zaaioesters die in 1886 door de J. & J. W. Elworth Company naar Californië werden verscheept, was ongeveer 10 percent afkomstig van de banken in de Raritan Bay.

Tegen 1917 waren de oesterbanken grotendeels verdwenen. Een rapport over dat jaar van het Bureau voor Schaaldiervisserij van New Jersey vermeldt met enige droefheid: „Niet lang geleden verkeerde de oesterindustrie van Raritan Bay in blakende welstand, maar als gevolg van de toevloed van afvalwater naar de stromen, zeeëngten en baaien in die streek, en door andere oorzaken (overheidsmaatregelen zoals baggerwerken, het storten van stenen ballast, sintels, as en andere afvalstoffen) is de natuurlijke voorraad zaaioesters steeds verder afgenomen . . ."

De vernietiging van de zaaioesters in Raritan Bay betekent weliswaar een extreem geval van watervervuiling, maar talrijke nog bestaande oesterbanken in de nabijheid van grote steden zijn thans in commercieel opzicht waardeloos geworden, zo ze al niet als uitgesproken gevaarlijk moeten worden beschouwd voor diegenen, die deze plaatselijke schaaldieren nuttigen. Als gevolg van de aanwezigheid van rioolwater en schadelijke bacteriën zijn de schaaldieren immers tot dragers van ziektekiemen geworden. Zelfs daar waar de bacteriële telling van watermonsters slechts lage waarden aangeeft, dreigt de zuiverheid van de oesterputten door subtiele vormen van besmetting te worden aangetast.

In de streek van Hampton Roads (Virginia) verkeert de (miljoenen dollars omzettende) schaaldierindustrie in voortdurende bezorgdheid voor de radioactieve afvalstoffen van schepen met kernvoortstuwing. Het gebied ligt aan de uitmonding van de James rivier, waar het water tegen de kaden van de marinebasis Norfolk en tegen de scheepswerven van Newport News klotst. „De toekomstige ontwikkeling van het Hampton Roads gebied" — aldus een regeringsnota — „zal waarschijnlijk inhouden dat de marinebasis Norfolk als operatiebasis voor schepen met kernvoortstuwing zal worden gebruikt, terwijl de scheepswerven van Newport News als belangrijke reparatiewerven en/of bunkerstations voor deze atoomschepen zullen worden gebezigd. Het is duidelijk dat zolang er niet meer bekend is over de toelaatbare stralingsniveaus bij schaaldieren, het Hampton Roads-gebied wat de verwijdering van het radioactieve afval

betreft een uitgesproken potentieel probleem voor de schaaldierenindustrie oplevert".

Zoals wij even verder zullen zien, plaatsen radioactieve afvalstoffen de volksgezondheidsexperts die verantwoordelijk zijn voor de kwaliteit van lucht en drinkwater voor een ongehoorde uitdaging. Vrijwel alle tegenwoordig in de Verenigde Staten bestaande waterzuiveringsinstallaties zijn slechts uitgerust voor de zuivering van gemeentelijk rioolwater en van de vloeibare afvallen van de kolen- en staaltechnologie. In weerwil van deze beperking zouden de gezondheidstechnici er niettemin in kunnen slagen, met afdoende hulpmiddelen en met de volledige steun van de gemeenschap te verhinderen dat de kwaliteit van de Amerikaanse *oppervlaktewateren* (het water van de rivieren en de meren) voorgoed door de traditionele vormen van afval wordt verknoeid. In theorie althans zou men alle van menselijke activiteit afkomstige afvalstoffen in het oppervlaktewater onder controle kunnen krijgen — indien niet door waterzuivering, dan toch door opruiming van de besmettingshaarden.

Zodra echter een waterverontreinigende stof door de bodem is opgeslokt en in het grondwater terechtgekomen, kan men er absoluut niets meer tegen beginnen. Eenmaal door de aarde opgezogen, is zij buiten het bereik van ogen, neus en chemische hulpmiddelen van de mens. Dringt zij eenmaal tot de onderwereld van het grondwater door, dan gaat de stof deel uitmaken van een obscuur systeem van waterdynamica, welks gedragingen veelal niet te voorspellen zijn.

Grondwater blijft niet op *een* plaats. Het is voortdurend in beweging, en de snelheid van deze beweging wisselt van plaats tot plaats; soms bedraagt zij b.v. niet meer dan een halve meter per dag. Deze geringe verplaatsingssnelheid vormt een bijzonder verraderlijk aspect van de grondwaterverontreiniging. Hopeloos vervuild water kan er maanden en zelfs jaren over doen om als zwaar besmet grondwater in een bron of put te verschijnen. Intussen blijft de haard van de besmetting verborgen, als een kankergezwel dat in alle stilte zijn dodelijke cellen naar vitale lichaamsorganen uitzendt, zonder zelf ongemak of pijn te veroorzaken. Het eerste teken dat er iets mis is kan zich soms eerst voordoen als er niets meer aan te doen is; in het geval van de grondwaterverontreiniging kan dat *jaren* later zijn. Tegen die tijd kan de aanvankelijk goede kwaliteit van het aangetaste water reeds voorgoed bedorven zijn.

De kwalitatieve achteruitgang van het grondwater vormt niet een probleem dat slechts de gebruikers van bronnen en putten aangaat. Op den duur verschijnt het grondwater als oppervlak-

tewater: het rijst omhoog uit de diepten van de aarde, in de gedaante van bronnen en stroompjes of van ontelbare, onopgemerkte nietige beekjes die de meren en rivieren voeden. Worden deze waterbronnen besmet, dan kan men ze niet afsluiten, zoals de rioleringsbuizen van een stad. Met regen en sneeuw vormen zij de natuurlijke watertoevoer van alle grote waterwegen. Permanente besmetting van de grondwaterreserves tast dan ook de basis van de gehele watervoorziening aan — en daarmede de wortels van onze stedelijke en industriële civilisatie.

WATER, WATER OVERAL . . .

Elke dag verdampt de zon 16 miljard kubieke meter water uit de oceanen, meren, rivieren en moerassen van de wereld, welk water vervolgens weer in de vorm van regen of sneeuw naar de aarde terugkeert. Ongeveer twee derden van deze geweldige zondvloed zijn ontoegankelijk voor de mens. Zij volgen de grote kringloop van de natuur, hetgeen wil zeggen dat zij zowel door de zonnewarmte als door de levensprocessen van de planten weer in waterdamp worden omgezet. Het overblijvende derde deel van deze machtige zondvloed vloeit af naar rivieren en meren, of wordt tot grondwater en vloeit dan langs ondergrondse wegen naar de waterwegen af.

Rekenkundig levert deze waterbeweging fascinerende contrasten op. Van de omstreeks 75 cm water die jaarlijks op de Verenigde Staten neerdaalt, komt slechts de bedroevend kleine hoeveelheid van 23 cm (of ongeveer een vijfde van de totale jaarlijkse neerslag in New York City) als bruikbaar oppervlakte- en grondwater aan de mens ten goede.* Drieëntwintig centimeter water mogen dan voor de droge gemeenschappen in Arizona en Nieuw Mexico een weelde schijnen, zij volstaan nauwelijks om de persoonlijke behoeften van een kleine 200 miljoen Amerikanen te dekken, laat staan die van hun dorstige landbouw en industrie.

Het spreekt vanzelf dat het onmogelijk zou zijn deze dorstige Amerikaanse beschaving op gang te houden als die 23 centimeter gelijkelijk over de gehele landoppervlakte van de Verenigde Staten waren verdeeld. In werkelijkheid is die verdeling dan ook zeer ongelijk. De 17 westelijkste staten ontvangen gemiddeld nog geen 10 centimeter per jaar aan „runoff"

* In werkelijkheid worden slechts 7,5 van deze 23 cm gebruikt om de huishoudelijke, industriële en agrarische behoeften te dekken, hoewel er bij een verstandig waterbeheer meer zou kunnen worden gewonnen. Ter vergelijking: in Nederland valt *gemiddeld* 72 cm neerslag per jaar.

(het niet in de grond dringende deel van de neerslag), terwijl het grote blok van 31 staten, dat zich van Minnesota in oostelijke richting tot Louisiana uitstrekt, gemiddeld 40 cm aan „runoff" ontvangt. Om dit contrast voor stadsbewoners te verduidelijken: de totale hoeveelheid regen en sneeuw die jaarlijks op de stad New York neerdaalt, bedraagt met inbegrip van de „runoff" omtrent 107 cm. In Los Angeles bedraagt deze hoeveelheid echter slechts 36 cm, en in Reno haalt zij nauwelijks 18 cm.

Hoewel de westelijke staten 60 percent van het totale grondgebied van het vasteland der Verenigde Staten beslaan, ontvangen zij slechts een kwart van de totale hoeveelheid water welke het continentale grondgebied van de U.S.A. als geheel ontvangt. De waterverdeling in de Verenigde Staten is dan ook zeer ongelijk, en veel water vindt zijn weg naar de verkeerde plaatsen. Een grote hoeveelheid regen en sneeuw valt op de dunne rotsachtige bosgrond van het noordoosten, terwijl de rijke prairiegronden van vele westelijke gebieden veel te weinig water krijgen.

Een grote hoeveelheid water valt op dichtbevolkte steden, waar het — afgezien van de eigenaars van fraaie grasveldjes en een handjevol verstokte tuinliefhebbers — iedereen tot last is. Ironischerwijze zijn de zware regenbuien van het noordoosten eerder bevorderlijk voor de waterverontreiniging dan dat zij deze tegengaan. De oudste steden — en de oudste rioleringsstelsels — bevinden zich in *dit* deel van Amerika. Gedurende de negentiende eeuw, toen de bestaande rioolsystemen werden ontworpen, loosde men het regenwater uit de straatgoten op het zelfde riolennet als het huishoudelijke afvalwater, aangezien dit goedkoper was dan de aanleg van twee gescheiden netten. Naarmate de hoeveelheid huishoudelijk afvalwater met de uitbreiding van de steden toenam, begon dit oudere, z.g. „unitaire" riolennet formidabele problemen op te werpen. De hoeveelheid afvalwater nam een dusdanige omvang aan, dat zelfs een lichte regenval het onmogelijk maakte al het rioolwater van grote gemeenten te zuiveren. Door het overlopen van riolen als gevolg van regenval wordt 3 à 5 percent van de jaarlijkse hoeveelheid rioolwater in de Verenigde Staten *ongezuiverd* in open water geloosd. De watervloed spoelt ook grote hoeveelheden aangekoekt vuil uit de rioolbuizen, en werkt daardoor sterk verontreinigend op het water in de omgeving.

Welke ernstige vormen dit probleem kan aannemen blijkt uit wat er in de stad Buffalo in de staat New York gebeurde, nadat er een kortstondig onweer over de stad was getrokken.

Het noodweer hield slechts een kwartier aan, en in totaal viel er slechts 2 mm water. Niettemin werd het gecombineerde riool- en waterzuiveringssysteem van de stad overbelast. Vier uur lang bleef het stelsel overlopen, in welke tijd een hoeveelheid rioolvuil werd opgehoopt, gelijkstaande aan het kwantum dat normaliter in anderhalve dag door de gemeenschap werd geproduceerd. Om het ietwat puntiger te zeggen dan de desbetreffende statistieken: gedurende de vier uren durende overstroming van het rioolstelsel *had de gemeente negen maal haar normale hoeveelheid gezuiverd rioolwater ongezuiverd geloosd!*

De natuur heeft zo haar eigen manier om verontreinigd oppervlaktewater snel te zuiveren. In 1961 loosde Sioux City (Iowa) elke dag tonnen ongezuiverd rioolwater in de Missouririvier. Tegen de tijd dat het rivierwater zich 150 km stroomafwaarts had verplaatst, was omstreeks de helft van het rioolvuil door bacteriële werking vernietigd, of onschadelijk geworden door naar de bodem te zinken. Wordt de belasting met rioolwater echter te groot, dan neemt het aantal bacteriën dusdanig toe dat zij tenslotte voor hun instandhouding het grootste deel van de in het water opgeloste zuurstof verbruiken. Bij gebrek aan voldoende zuurstof worden de overbelaste rivieren in de omgeving van dichtbevolkte gebieden dan ook ongeschikt als leefmilieu voor vissen en hogere vormen van vegetatie. Aldus verworden zij tot gruwelijke open riolen — afzichtelijk van uiterlijk en letterlijk verstoken van leven.

De ontleding van rioolwater tot onschuldige stoffen zet zich echter voort, zelfs als de hoeveelheid opgeloste zuurstof inmiddels tot nihil is gereduceerd. Bacteriën die het ook *zonder* zuurstof kunnen stellen (de z.g. anaërobe bacteriën) nemen dan het afbraakproces over, waardoor de rivier tenslotte toch wordt gereinigd en in haar normale staat teruggebracht. Als de mens de rivieren niet met overweldigende hoeveelheden afvalwater overbelastte, zou de noodzaak van waterzuivering zich in veel geringere mate doen gevoelen.

Hoewel de overbelasting van de Amerikaanse waterwegen reeds onvoorstelbare vormen heeft aangenomen, dreigt zij nog van jaar tot jaar toe te nemen. Onderzoekingen door federale instanties hebben aangetoond dat de Amerikaanse gemeenten in 1900 een hoeveelheid *ongezuiverd* afvalwater produceerden die correspondeerde met een bevolking van 24 miljoen mensen. Hoewel de werkelijke bevolking van de Verenigde Staten in 1960 niet meer dan 2,3 maal zo groot was als in 1900, nam de hoeveelheid *ongezuiverd* afvalwater in die tijd echter tot meer dan het *drievoudige* toe. Krijgen de statistici gelijk, dan zal

de Amerikaanse bevolking tegen 1980 3,5 maal zo groot zijn als in 1900; wordt de bouw van afvalwaterzuiveringsinstallaties niet versneld, dan zullen de hoeveelheden door de bevolking geproduceerd *ongezuiverd* afvalwater tegen die tijd echter *vijf* maal zo groot zijn geworden als in 1900. De verhouding wordt dus steeds ongunstiger!

Deze cijfers zouden op zichzelf al reden tot ongerustheid geven als Amerika slechts rekening behoefde te houden met de toekomstige behoeften van de *bevolking*. Zij nemen echter een uitermate verontrustend karakter aan als men de toekomstige behoeften van de Amerikaanse *industrie* in aanmerking neemt. In de komende twintig jaren zal de waterbehoefte van de Amerikaanse *gemeenten* vermoedelijk van ruim 100 miljard liter per dag tot 140 miljard liter per dag stijgen. De behoeften van de *industrie* zullen echter van 600 miljard liter per dag tot 1500 miljard liter per dag omhoog gaan!

Op het ogenblik overtreft de vraag naar vers zoet water in de Verenigde Staten reeds de werkelijk beschikbare voorraden, en om de groeiende nationale dorst te lessen moet het water dus telkens opnieuw worden gebruikt. Er zijn bijvoorbeeld perioden waarin het water van de Ohio alvorens de Mississippi te bereiken, door de diverse gemeenten en fabrieken langs haar oevers verscheidene malen achtereen wordt benut. Met typisch Amerikaanse verkwisting wordt er op grote schaal water verspild — in het bijzonder sedert wij leerden hoe wij het water onze huizen konden binnenpompen. Een stadsgezin gebruikt ongeveer zes maal zoveel schoon water als een boerenfamilie, die haar water uit een welput of een Nortonput betrekt. Ongeveer 11 liter water zijn nodig voor het doorspoelen van een toilet; ongeveer 110 liter om een badkuip tot een hoogte van 15 cm te vullen, en een nog grotere hoeveelheid om een lading wasgoed in een automatische wasmachine te reinigen. Een typische luchtbehandelingsinstallatie van de soort die in de Verenigde Staten bij voorkeur in cafetaria's wordt toegepast, verbruikt per dag genoeg water om in de behoeften van meer dan 30.000 mensen te voorzien!

In weerwil van de groeiende publieke vraag naar water verbruiken de Amerikaanse gemeenten nog geen tien percent van de beschikbare hoeveelheden. Het is de industrie die verreweg de grootste hoeveelheid water aan rivieren, meren en bodem onttrekt: omstreeks de helft van alle beschikbare water in de Verenigde Staten. Het valt vele mensen moeilijk zich in te denken welke stromen water er nodig zijn om zelfs de gewoonste dagelijkse gebruiksartikelen te vervaardigen. Zo komt

er in ronde cijfers omstreeks 200.000 liter water aan te pas om een ton papier te produceren; voor de produktie van een ton koper is 400.000 liter nodig, 750.000 liter voor een ton rayon, 1.200.000 liter voor een ton aluminium en 2.300.000 liter voor een ton synthetische rubber. Een grote staalfabriek kan voldoende water verbruiken om in de normale behoeften van een stad van verscheidene miljoenen mensen te voorzien. En hoewel men zou kunnen aanvoeren dat het grootste deel van het water voor koel- of reinigingsdoeleinden wordt gebruikt en opnieuw benut zou kunnen worden, gaat het in de praktijk vaak geheel voor de gemeenschap verloren. In kuststreken wordt het door de industrie gebruikte water gewoonlijk in zee geloosd, zodat het niet opnieuw door de gemeenschap kan worden gebezigd. Het water van rivieren wordt veelal door de langs de oevers gevestigde industrieën zo ernstig verontreinigd dat zuivering letterlijk tot een onmogelijkheid wordt en de rivier haar geschiktheid voor elke vorm van waterleven verliest.

Minder dorstig is de landbouw, hoewel ook zij zeer grote hoeveelheden vergt. Omstreeks 4 percent van het in de Verenigde Staten beschikbare water wordt door de landbouw opgeëist, in de regel voor irrigatiedoeleinden. Gemiddeld is er ongeveer 1.300.000 liter water nodig om een ton gerst te verbouwen, 1.500.000 liter voor een ton maïs en bijna 1.700.000 liter voor een ton tarwe. Eenmaal in de grond weggezakt is het water verloren voor onmiddellijk gebruik door de gemeenschap. Is een deel ervan eenmaal als grondwater teruggekeerd naar bronnen, putten, stromen en meren, dan is het vaak besmet met landbouwchemicaliën, zoals meststoffen en insecticiden. In tegenstelling tot de industrie (die naar schatting omstreeks twee derden van Amerika's watervoorraad zal gaan opeisen) zal het door de landbouw opgeëiste aandeel waarschijnlijk afnemen. Het is duidelijk dat stedeling en boer niet genoeg hebben aan het derde deel dat de industrie overlaat. Inderdaad zullen de Verenigde Staten in de komende twintig jaren dan ook geconfronteerd worden met een groot en voortdurend toenemend watertekort, dat tegen 1980 tot omstreeks 400 miljard liter per dag zal zijn gestegen. De dagelijkse vraag naar water zal de werkelijk beschikbare hoeveelheid overtreffen met meer dan drie maal de hoeveelheid die momenteel voor gemeentelijke doeleinden wordt verbruikt.

Dit tekort kan slechts worden opgeheven door het water op een veel grotere schaal dan momenteel het geval is opnieuw te benutten. Het grootste obstakel op deze weg is echter de verontreiniging. Is het water sterk vervuild, dan lopen de kosten

van afdoende zuivering tot onvoorstelbare hoogten op — en in vele gevallen is die zuivering dan nog volkomen nutteloos. „De meest uitgebreide en efficiënte rioolwaterzuiveringsinstallaties die momenteel in gebruik zijn, produceren op zichzelf nog geen water van een voor menselijke consumptie geschikte kwaliteit", aldus de waarschuwing, vervat in een rapport van Abel Wolman Associates. „De natuurlijke zelfreinigingsprocessen van het oppervlaktewater, waarop het gezuiverde rioolwatereffluent wordt geloosd, zijn onontbeerlijk voor verdere kwaliteitsverbetering. Daarenboven is echter verdere zuivering nodig alvorens het water geschikt is om als drinkwater te fungeren".*

In feite bevindt de gehele Amerikaanse natie zich ten aanzien van de watervoorziening in een vicieuze cirkel. Hoe dichter een rivieroever wordt bezet met fabrieken en woningen die de plaatselijke waterbehoefte doen stijgen, hoe meer afvalstoffen er ook in de rivier worden geloosd — en hoe meer zowel de bestaande als de potentiële watervoorraden worden aangetast. Juist de steden en fabrieken, die in geheel Amerika de beschikbare hoeveelheden water het zwaarst belasten, doen deze voorraden door de lozing van menselijke excrementen en industriële afvalstoffen steeds verder afnemen. Reeds manifesteren zich de voortekenen van een crisis. Watertekorten bedreigen tal van Amerikaanse gemeenten; putten en bronnen worden wegens de vervuiling van het plaatselijke grondwater aan hun lot overgelaten. De grote stedelijke zones zien zich gedwongen steeds verder naar de bergen te reiken om zich drinkwater voor hun groeiende bevolking te verschaffen — in het geval van San Francisco zelfs over een afstand van 240 kilometer. Steden liggen met elkaar overhoop om elkaar de beschikking over de laatste nog ongerepte stromen te betwisten — terwijl hun rivierkaden tot de maximale capaciteit zijn opgetast met het afval van een op hol geslagen civilisatie.

DE WAARHEID UIT DE REAGEERBUIS

Wheeling in West-Virginia ligt ongeveer 80 kilometer van Pittsburgh op de oevers van de Ohio rivier. Hoewel het nauwelijks een grote stad kan worden genoemd — de bevolking bedraagt 55.000 zielen — onderscheidt Wheeling zich door een aantal historische bijzonderheden. In het begin van de negentiende eeuw

* Ook Nederland heeft in toenemende mate met deze problematiek te maken. Een der instanties die er zich in het belang van de bevolking zeer intensief mee bezig houden, is het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater (RIZA) te 's-Gravenhage.

was het een voorname handelspost aan de Cumberland Road, en vervolgens hoofdstad van de staat West-Virginia. Tegenwoordig is Wheeling een industriestad van een type dat kenmerkend is voor de Ohio — commercieel middelpunt, bestuurszetel en voornaamste rivierhaven van deze kolenmijnprovincie. Zoals de meeste gemeenten langs de rivier neemt Wheeling deel aan het omvangrijke saneringsprogramma van de Ohio Valley Water Sanitation Commission. Het heeft dus een moderne waterzuiveringsinstallatie en een kwieke, hoog gekwalificeerde technische staf.

Op 23 november 1953 bespeurde de heer A. R. Todd, opzichter van de waterzuivering in Wheeling, iets vreemds aan het onbehandelde water in de zuiveringsinstallatie: het was met een laag schuim bedekt. De gehele nazomer en herfst was het in Wheeling buitensporig droog geweest, maar de laatste drie dagen was er voldoende regen gevallen om in de smalle, uitgedroogde rivierbeddingen van het versmachtende land weer een waterstroom op gang te brengen. Gedurende de gehele maand november bleef de hoeveelheid schuim toenemen, om tenslotte op 1 december een hoogte van 60 centimeter en op sommige plaatsen zelfs van een meter te bereiken. In Wheeling strekte het zich over de gehele lengte van dam 12 dwars over de Ohio uit. Als deze reusachtige schuimwolk van omstreeks 200 meter lengte de goede inwoners van Wheeling al mocht verbazen, dan alarmeerde zij eerst recht de heer Todd en zijn medewerkers — en niet zonder reden. Het water bleek zwaar verontreinigd met detergenten.

Een officeel rapport over het incident wijst erop dat deze detergenten (wasmiddelen) „ernstige gevolgen" hadden voor Wheelings drinkwater. Mr. Todd constateerde bijvoorbeeld dat het water sterk naar vis rook, en ook naar vis smaakte. „Met behulp van chloordioxyde kregen wij weliswaar de geur onder de knie, maar niet de smaak" aldus het rapport. Geleidelijk begon het leidingwater een zwarte kleur aan te nemen . . . hetgeen klaarblijkelijk veroorzaakt werd door het loslaten van aanslag (oxydenafzetting) in de buizen en aan de wisselwerking met normaal ijzer en met mangaanafzettingen.* Wateronthardingsmiddelen slaagden er niet in de hardheid van het water geheel op te heffen. Er kwamen klachten over braakneigingen, mogelijk ten gevolge van de onaangename vislucht. Ook klaagde men dat tropische aquariumvisjes niet tegen dit water be-

* Ook in Nederland hebben diverse gemeenten, waaronder recentelijk Alphen aan de Rijn, met „zwart" drinkwater kennis gemaakt.

stand bleken en erin stierven." Of Wheeling het zich realiseerde of niet, de stad was het nieuwe, naoorlogse tijdperk van de watervervuiling binnengekwakt.

Voor de Tweede Wereldoorlog hadden de Verenigde Staten een betrekkelijk langzame, tamelijk ordelijke overgang van een landelijke naar een stedelijke maatschappij doorgemaakt. Zoals de plaatsvervangende Directeur-generaal van de Volksgezondheid, dr. Hollis, opmerkt: „Steden waren nog op zichzelf staande eenheden, en over het algemeen waren er vrij grote tussenpozen tussen de perioden van sterke waterverontreiniging. De fabrieken bevonden zich in de steden of in de onmiddellijke nabijheid daarvan. De onzuiverheden bestonden voor het grootste deel uit natuurlijke organische afvalstoffen, waarin zich biologische verontreinigingen zoals bacteriën bevonden. Verbeteringen in de waterzuivering en uitbreiding van de afvalwaterzuivering hield de schalen redelijk in evenwicht. Waar bijzonder ernstige vervuiling optrad bleef deze grotendeels beperkt tot kleine percelen rivierwater".

Een moderne waterzuiveringsinstallatie is volkomen in staat met deze conventionele vorm van verontreiniging af te rekenen. De reinigingstechnieken zijn grotendeels van mechanische aard; zij versnellen slechts de natuurlijke zuiveringsprocessen die zich in rivieren afspelen. Voordat gemeentelijk rioolwater op een openbaar oppervlaktewater wordt geloosd, passeert het een simpel rooster dat grote voorwerpen tegenhoudt, waarna de vloeistof langzaam door een serie tanks stroomt, waar grind, zand en vaste organische materie (het z.g. slib) gelegenheid tot bezinking krijgen. In de laatste stadia van de behandeling wordt het water over een bed van stenen gesproeid, teneinde de door bacteriële werking ontstane onzuiverheden te verwijderen, waarna het wordt gechloreerd. Een veel hierop gelijkend procédé wordt gevolgd wanneer er voor publiek gebruik water aan een rivier of meer moet worden onttrokken.

Maar nauwelijks was de oorlog ten einde, of de stedelijke en industriële ontwikkeling begonnen zich in adembenemend tempo te voltrekken. Met halsbrekende snelheid begonnen de Amerikaanse steden zich uit te breiden, waarbij zij honderden kilometers rivieroevers verslonden en tientallen stadjes en dorpen opslokten. De oevers kwamen tjokvol te staan met woonhuizen en fabrieken. Geheel nieuwe industrieën verschenen ten tonele; industrieën die een ongeëvenaarde verscheidenheid aan door mensen vervaardigde chemicaliën begonnen te produceren: detergenten, insecticiden, herbiciden (onkruidverdelgers), plastics, schuur- en poetsmiddelen, toevoegsels voor voedingsmiddelen

en motorbrandstoffen, farmaceutica, petroleumderivaten en, zo mogelijk wel de verraderlijkste van alle industrieprodukten: radioactieve materialen. Elk jaar opnieuw worden tegenwoordig honderden nieuwe produkten in de Amerikaanse economie geïntroduceerd; produkten die uiteindelijk in het water terecht komen. De meeste van deze synthetische chemicaliën zijn biologisch uniek; het menselijk lichaam heeft nimmer enige ervaring opgedaan met hun fysiologische verwerking. Wat het vraagstuk nog ingewikkelder maakt, is dat een groot aantal van deze stoffen niet met conventionele methoden van waterzuivering kan worden afgebroken.

Toen het drinkwater in sommige gemeenten een griezelige gelijkenis met bier ging vertonen, begonnen de Amerikanen te beseffen dat zij werden geconfronteerd met volkomen nieuwe verontreinigingsproblemen. Reeds in 1947 verscheen er in een kleine stad in Pennsylvania een wasmiddelfabrikant, die alle plaatselijke huisvrouwen met gratis monsters van zijn produkt verblijdde. Twee dagen daarna — het was op een maandag — gebruikten alle huisvrouwen het middel om er de wekelijkse gezinswas mee te doen. Binnen weinige uren vormden zich hele wolken schuim, dat als sneeuw in het rond vloog. Weldra begon het overal in het land klachten te regenen, dat er schuim uit keukenkranen en douches kwam en dat ook het water in de drinkglazen schuimig was. De grote „wasmiddelsneeuwstorm" van de jaren '50 was ten langen leste begonnen.

Deze detergenten zijn bijzonder stabiele synthetische reinigingsmiddelen. In tegenstelling tot gewone zeep — een produkt van plantaardige en dierlijke vetten — verzetten zij zich krachtig tegen bacteriële ontbinding en dikwijls passeren zij zelfs de allerfijnste filters. Hoewel deze synthetische reinigingsmiddelen af en toe in de drinkwatervoorziening van grote gemeenten opduiken, zijn zij toch voornamelijk een plaag geworden voor *die* huizen in de buitenwijken en voorsteden, die hun water betrekken uit putten en septic tanks. In 1959 werd een groot deel van deze woningprojekten (die, zoals in Amerika gebruikelijk, uit los van elkaar staande eengezinshuizen bestaan) geplaagd door detergenten in het drinkwater. In Long Island (New York) rapporteerde de afdeling Volksgezondheid van de provincie Suffolk dat meer dan een derde van de 600 putten die door de afdeling waren onderzocht, detergenten bevatten. Het Departement van Volksgezondheid van de staat Minnesota schatte dat de helft van de 54.000 privé-putten die in het gebied van Minneapolis-St. Paul waren onderzocht, met reinigingsmiddelen besmet waren. Op het moment waarop dit geschreven

wordt, zijn in 13 Amerikaanse staten in totaal omstreeks 1000 waterbronnen op de aanwezigheid van detergenten onderzocht. Bijna 40% daarvan bleek in uiteenlopende concentraties synthetische reinigingsmiddelen te bevatten.

Een glas water dat door detergenten is bezoedeld, is niet alleen een belediging voor het gehemelte en de neus; als drinkwater is het ook een affront voor het oog. Schud het water en het wasmiddel begint prompt te schuimen. Een groot aantal van de nieuwe waterverontreinigende stoffen is echter volkomen onzichtbaar; bovendien zijn deze stoffen veelal in lage concentraties smakeloos en kleurloos. Zonder op de een of andere wijze hun tegenwoordigheid te verraden, kunnen zij een bestanddeel uitmaken van ogenschijnlijk schoon water. Zo kan bijvoorbeeld niemand zeker zijn of zich in het drinkwater al dan niet kleine hoeveelheden DDT bevinden. Zelfs kunnen dodelijke hoeveelheden radioactieve stoffen de watervoorziening binnendringen, en zonder onmiddellijk hun aanwezigheid te verraden door het publiek worden geconsumeerd. Miljoenen Amerikanen lessen dan ook tegenwoordig hun dorst met „koel, fris leidingwater" — volslagen onwetend van het feit dat dit leidingwater een schrikbarende, voortdurend aan wijziging onderhevige verscheidenheid aan industriële en landbouwkundige chemicaliën bevat!

Er kan voorts geen twijfel aan bestaan dat deze onwetendheid vaak door de officiële beschermers van de watervoorziening in de Verenigde Staten wordt gedeeld.

Tal van nieuwe waterverontreinigende stoffen ontsnappen niet alleen aan de aandacht van de gezondheidstechnici, maar evenzeer aan die van de chemici. Na te hebben gewaarschuwd dat het tekortschieten van de bestaande waterzuiveringstechnieken in de komende jaren tot een „kritieke situatie" kan leiden, zetten Gorden C. McCallum en Bernard B. Berger van de U.S. Public Health Service dit punt kracht bij door te wijzen op verscheidene merkwaardige gevallen waarin de scheikundigen het moeilijk (om niet te zeggen onmogelijk) bevonden, bepaalde gecompliceerde verontreinigingen in het water te identificeren. Een geval had betrekking op de vissterfte, die op grote schaal in een zijrivier van de Ohio optrad. „Onderzoek van de vissen leverde geen enkele aanwijzing omtrent de aard van de giftige stoffen op" aldus constateren McCallum en Berger. „De ter beschikking staande analytische methoden bleken ontoereikend voor het opsporen van de giftige substantie. Noch het onderzoek van het water, noch de studie van recente rapporten over de in het water geloosde afvalstoffen leverden afdoende

aanwijzingen over de aard en de oorsprong van de gifstoffen die de vis van het leven hadden beroofd. De oorzaken van deze vissterfte zijn tot op de huidige dag een mysterie.

In een ander geval waren de volksgezondheidsautoriteiten op de hoogte van het feit dat een grote petrochemische fabriek „een bijzonder gecompliceerd soort afvalwater" produceerde, waarin naar schatting „minstens 300 verschillende chemicaliën waren opgelost". Na in de omgeving van de afvalwaterlozing van deze fabriek watermonsters te hebben genomen, trachtten scheikundigen de voornaamste erin voorkomende chemische verbindingen te identificeren — om tot de conclusie te komen dat een succesvolle analyse *een inspanning van verscheidene manjaren zou vergen!*

„Het probleem om de myriaden verontreinigende stoffen die zich in de watervoorziening kunnen bevinden zelfs maar te identificeren is ontzagwekkend", aldus de verklaring van dr. Robert J. Anderson van de Public Health Service. „Onderzoekingen in het tot deze dienst behorende centrum voor gezondheidstechniek in Cincinnati hebben uitgewezen, dat in het glaasje drinkwater van de consument tal van nieuwe, ongebruikelijke verontreinigingen hun entree hebben gemaakt. Tot deze stoffen behoren DDT, o-nitrochloorbenzeen, pyridine, detergenten, difenylether, nitrillen en een verscheidenheid aan gesubstitueerde benzenen. Niet alleen blijken de diverse methoden voor de behandeling van afvalwater (in een groot aantal gevallen) niet bij machte deze verontreinigingen te elimineren, maar de bestaande waterzuiveringsprocédés tonen zich al even weinig effectief. Dr. Anderson voegt hier aan toe dat er „voor elke hierboven genoemde stof waarschijnlijk honderd andere, ongeïdentificeerde of onbekende stoffen in het water aanwezig kunnen zijn".

De moeilijkheid om stabiele, lang levende synthetische waterverontreinigende stoffen onder controle te krijgen, zou kunnen worden aangetoond aan de hand van talrijke gevallen van verontreiniging van oppervlakte- en bodemwater die zich de afgelopen twintig jaar hebben voorgedaan. Een voorbeeld vormt het Animas rivierbekken, een belangrijk uranium verwerkend district in het zuidwesten van de Verenigde Staten. De Animas ontspringt in het woeste berglandschap van Zuid-Colorado en vloeit ongeveer 160 km zuidwaarts voordat zij zich in Nieuw Mexico met de San Juan rivier verenigt. Maar voor deze vereniging tot stand komt, heeft de Animas een bijzonder belangwekkende loopbaan achter de rug. In Durango (Colorado) wordt de rivier door een grote uranium verwerkende fabriek als open

riool gebruikt. Voorbij Durango wordt een groot deel van het onbehandelde water voor landbouwkundige doeleinden aan de rivier onttrokken en nog verder zuidwaarts, in Aztec en Farmington (Nieuw-Mexico) krijgt het water van de Animas de gebruikelijke behandeling om als drinkwater te kunnen worden gebruikt. Aztec en Farmington hebben respectievelijk 6000 en 22.000 inwoners. In ronde getallen betrekken omstreeks 30.000 mensen hun drinkwater uit de Animas, nadat deze in Durango en andere meer naar het noorden gelegen plaatsen met afvallen van de uraniumindustrie is gedoopt.

Naar het schijnt hadden de plaatselijke gezondheidsautoriteiten de Animas rivier reeds jarenlang met bezorgdheid gadegeslagen, in het bijzonder na 1948, toen de reusachtige Durango-fabriek in bedrijf werd gesteld. Hoe dat zij, in verscheidene gevallen riep men de U.S. Public Health Service te hulp om studies van de Animas te maken, met het resultaat dat het radioactieve afval in de rivier het maximale niveau bleek te naderen dat in openbare oppervlaktewateren voor radium is toegestaan. Zelfs als wij de aanvechtbare stralingsmaatstaven aanleggen, die in de jaren '50 in zwang waren, werd een niveau bereikt waarbij de stroomafwaarts van Durango wonende bevolking rivierwater binnenkreeg waarvan de radioactieve straling 40 tot 160% boven de maximaal toelaatbare dosis lag. Na enige aandrang van de federale autoriteiten schakelde de Durango-fabriek in 1959 op een nieuwe methode voor het onschadelijk maken van haar afvalstoffen over, maar het kwaad was reeds geschied. Vele gebruikers van ruw water tussen de grens van de staat Colorado en het stadje Aztec in Nieuw Mexico waren blootgesteld geweest aan het dubbele van de „gemiddeld toelaatbare dosis". Anderen kregen bij het nuttigen van landbouwprodukten uit de door de Animas bevloeide streek vermoedelijk nog meer naar binnen.

Ongetwijfeld zal iedereen die Rachel Carsons *„Dode Lente"* heeft gelezen zich de schandelijke geschiedenis van het Rocky Mountain arsenaal van het korps chemische oorlogvoering van het Amerikaanse leger herinneren, een voorval dat thans als een klassiek voorbeeld van grondwaterverontreiniging geldt. In 1943 begon dit bij Denver (Colorado) gelegen arsenaal van het „Chemical Corps" een verscheidenheid aan oorlogsmaterialen te vervaardigen, waarbij het afval in opslagvijvers bij de fabriek werd gedeponeerd. Een aantal van deze afvalstoffen reageerde chemisch met water, lucht en zonlicht, waarbij zich dichloorfenol vormde — een krachtig onkruidverdelgingsmiddel dat zoetjesaan naar het plaatselijke grondwater doorsijpelde. In 1951, acht

jaar na het begin van de doorsijpeling, had het herbicide zich een weg naar de 5 km verderop te velde staande gewassen gebaand, waardoor aan de landbouw in dit gebied de eerste zichtbare schade werd toegebracht. In 1959 tastte het onkruidverdelgingsmiddel verscheidene kilometers in de omtrek niet alleen de gewassen, maar ook het vee en het drinkwater in ernstige mate aan. Daarmede is de aangerichte schade echter nog lang niet ten einde. Potentieel kunnen het bewuste middel en andere afvalstoffen van dit overheidsbedrijf (dat later voor de vervaardiging van insecticiden aan een grote oliemaatschappij werd verhuurd) een gebied van 150 vierkante kilometer besmetten, al naar de levensduur van de betrokken giften en de snelheid waarmede het grondwater zich verplaatst.

Toch is het voorval met het „Rocky Mountain Arsenal" niet het eerste in zijn soort — en vermoedelijk evenmin het laatste. In Alhambra (Californië) produceerde een kleine chemische fabriek een partij dichloorfenol waarvan de kwaliteit onvoldoende bleek. Zonder erbij na te denken loosde men de partij op een openbaar riool. Het afval verplaatste zich door het rioolstelsel van Alhambra naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie, en werd daarna in een waterloop geloosd. Na omstreeks 8 kilometer bovengronds te hebben afgelegd sijpelde de onkruidverdelger in het grondwater, waaruit de stad Montebello (25.000 inwoners) haar drinkwater betrekt. Binnen drie weken nadat de partij dichloorfenol in Alhambra's rioolstelsel was gestort, begon zij de waterputten van Montebello met een vreemde geur en een merkwaardige smaak te bezoedelen. Hoewel de fabriek in Alhambra kort daarna de produktie van dichloorfenol staakte, bleven smaak en geur van het onkruidverdelgingsmiddel nog een jaar of vijf de watervoorziening van Montebello plagen.

Tot dusverre is er geen bewijs dat de verontreiniging van het drinkwater door detergenten, pesticiden en nieuwe chemische stoffen mensenlevens heeft gekost. Hetgeen de gewezen directeur-generaal van de Volksgezondheid in de Verenigde Staten, dr. L. E. Burney, niet belet de vraag op te werpen: „. . . hoe reageert het menselijk lichaam eigenlijk op voortdurende toediening van opgeloste chemicaliën? Wat gebeurt er wanneer de concentratie daarvan aanmerkelijk groter wordt — hetzij plotseling, hetzij geleidelijk? Wij kunnen moeilijk volhouden dat de antwoorden op deze vragen ons reeds bekend zijn!"

Wij beschikken echter over sterke aanwijzingen dat tal van nieuwe verontreinigende substanties in het drinkwater wel degelijk als zeer schadelijk moeten worden beschouwd. Laat ons, op dit punt gekomen, eens zien hoe groot de schade eigen-

lijk is welke de waterverontreiniging tot dusverre reeds aan de menselijke gezondheid heeft toegebracht en met welke mogelijke gevaren men hier voor de toekomst nog moet rekenen.

8 | Ziektedragende stromen

Had dr. John Snow het begin van de twintigste eeuw mogen beleven, dan zou hij grote voldoening hebben geput uit zijn successen — zelfs bij het ontbreken van publieke bijval. Dr. Snow is heden ten dage volslagen onbekend — wanneer men althans afziet van de bekendheid die hij bij de toegewijde liefhebbers van de geschiedenis der geneeskunde geniet. Zijn eigen land, Engeland, is hem dank verschuldigd voor het feit dat hij het was die het gebruik van ether als anestheticum in de Britse chirurgische praktijk invoerde. De mensheid als geheel staat echter bij hem in het krijt voor zijn ontdekking, dat cholera door verontreinigd water wordt overgebracht.

EPIDEMIEËN — OUD EN NIEUW

Tegenwoordig is cholera vrijwel geheel beperkt tot Azië en de Philippijnen, waar zij in vele gemeenschappen nog endemisch (inheems) is. In de westerse wereld is de ziekte thans letterlijk onbekend; er was echter een tijd, dat cholera zowel in Europa als in de Verenigde Staten verschrikkelijke epidemische afmetingen aannam, hetgeen inhoudt dat zij zich bij vlagen zeer snel uitbreidde en dan in weinige dagen duizenden levens eiste. Ook wanneer slechts een enkeling tekenen van de ziekte vertoonde, was dat genoeg om alom schrik en ontsteltenis teweeg te brengen. Had de ziekte eenmaal toegeslagen, dan manifesteerde zij zich bijzonder explosief.

De choleraverwekkers — gekromde, staafvormige bacillen („vibriones" of „kommabacillen") incuberen in slechts twee à drie dagen in het lichaam van het slachtoffer, d.w.z. dat er slechts twee à drie dagen verlopen tussen de besmetting en het eerste uitbreken van de symptomen. In ernstige gevallen lijden de besmette personen aan uitzonderlijk hevige diarree-aanvallen en aan braken, gevolgd door collaps, delirium en eindigende in coma. Reeds binnen een dag nadat de eerste ziektesymptomen zich hebben voorgedaan kan de dood intreden, en wel met een afschuwelijke vorm van *rigor mortis* (lijkstijfheid).

Nog in de negentiende eeuw ontketende cholera een vorm van paniek die in vele opzichten deed denken aan de verschrikkelijke sociale ineenstortingen door het toeslaan van de Zwarte Dood. Het uitbreken van een cholera-epidemie dreef tienduizenden mensen in hysterische angst op de vlucht. Zo veroorzaakte een cholera-epidemie, die zich in 1832 van Quebec naar New York uitbreidde, de wilde uittocht van een kwart van de bevolking van deze stad. Bijna 60.000 mensen — aldus de beschrijving — „sloegen met stoomboten, diligences, rijtuigjes, ja zelfs met kruiwagens op de vlucht". De slachtoffers van de epidemie waren zo talrijk (epidemische cholera kan bij negen van de tien lijders dodelijk verlopen) dat ontelbaren in massagraven ter aarde moesten worden besteld. Tientallen jaren bleef de ziekte in de stad hangen, om af en toe weer op te laaien — tot zij tenslotte definitief werd uitgeroeid. Ongeveer in dezelfde tijd, in 1831, stak de cholera het Engelse Kanaal over en trof de stad Londen met een snel om zich heen grijpende epidemie. De Britse hoofdstad werd door paniek aangegrepen. Duizenden vluchtten, terwijl de achterblijvende menigten zich aan openlijke gewelddaden te buiten gingen. Toen de epidemie ten einde kwam, had zij 50.000 levens geëist — om in 1848, 1853 en voor het laatst in 1865 nogmaals uit te breken.

Het was na de epidemie van 1848 dat dr. John Snow de wijze van verspreiding van de gevreesde ziekte begon te bestuderen, waarbij hij een aanwijzing volgde die reeds eerder door zijn medische collega's was opgemerkt. Zowel in 1831 als in 1848 schenen de cholera-epidemieën zich n.l. langs aan de rivieren gelegen stadjes te bewegen, en zich als regel stroomafwaarts van de ene gemeente naar de andere voort te planten. In onze tijd zou het weinig geestelijke inspanning vergen om tot de conclusie te komen dat cholera een ziekte is die zich vermoedelijk door verontreinigd water voortplant. Maar in het begin van de negentiende eeuw, toen bijna alle infectieziekten werden toegeschreven aan „kwade dampen" („miasma's") die vermoedelijk door rottende organische stoffen zoals bedorven voedsel en plantenresten werden uitgewasemd, eiste een dergelijk denkbeeld een grote mate van geestelijke onafhankelijkheid. De medische stand verdedigde immers het miasma-concept van ziekteoorzaken met evenveel vuur als waarmede zij zich vastklampte aan het geneeskundige nut van aderlating. Een epidemie spoorde de gezondheidsautoriteiten dan ook strijk en zet tot een massale schoonmaakactie in straten en stegen aan. Evenals sommige andere steden zag Londen er nooit schoner uit dan in de dagen en weken dat haar bevolking door een vreselijke

epidemie werd geteisterd. In feite werd in Londen vrijwel *alles* gereinigd — behalve het smerige water dat de stad uit de Theems putte. De epidemieën kwamen dan ook in toenemend aantal terug.

In 1853 brak het „ogenblik van de waarheid" aan toen zich plotseling choleragevallen voordeden in de Londense wijk Soho. De kans op een epidemie, slechts vijf jaar na de vorige, scheen groot. Maar het uitbreken van cholera in een enkele stadswijk betekende ook een zeldzame gelegenheid voor een experiment. Soho betrok het grootste deel van zijn water uit een enkele bron. Reeds tot de conclusie gekomen dat cholera een door het water verbreide, en dus geen „miasmische" ziekte was, stelde dr. Snow nu voor, de pomp in Soho te sluiten en de zwengel te verwijderen. De stedelijke overheid besloot de hypothese van Snow op de proef te stellen. Zij liet de pompzwengel verwijderen — met het gevolg dat het aantal ziektegevallen opzienbarend afnam.

Hoewel de cholera niet van Londen afscheid nam voor de stad had geleerd hoe zij haar drinkwater doeltreffend kon zuiveren, betekende Snows hypothese een keerpunt in de openbare gezondheidszorg. Eerst in 1886 werd de cholerabacil ontdekt, maar op dat tijdstip waren cholera, tyfus en andere door het water verspreide bacteriële ziekten reeds een tiental jaren of langer uit het stadsleven weggeëbt. Als gevolg van het invoeren van drinkwaterzuivering nam tyfus — een der hardnekkigste door het water verbreide ziekten — na het jaar 1880 in vrijwel constant tempo af. In de Amerikaanse staat Massachusetts, waar men over de betrouwbaarste bevolkingsstatistiek van de afgelopen honderd jaren beschikt, zakte het tyfus-sterftecijfer van 59 per 100.000 mensen in 1881 tot 22 per 100.000 zielen in 1889, in een letterlijk onafgebroken daling. Met het toenemend gebruik van chloor en mechanische drinkwaterzuiveringstechnieken konden de autoriteiten van de volksgezondheid de tijd tegemoetzien dat epidemieën als gevolg van besmet drinkwater voorgoed tot het verleden zouden behoren. Inderdaad was cholera in het jaar 1940 zeldzamer dan melaatsheid, terwijl het sterftecijfer voor tyfus tot omstreeks 1 op de 100.000 inwoners was gedaald.

Kort na de Tweede Wereldoorlog begonnen er bij de gezondheidsautoriteiten echter zeer alarmerende berichten binnen te komen: de conventionele vormen van waterzuivering bleken niet in staat bepaalde pathogene (ziekteverwekkende) stoffen te beletten het publiek te besmetten. De gebruikelijke waterzuiveringstechnieken waren doeltreffend genoeg tegen bacteriën, maar hoe stond het met de luguberste van alle ziekteverwekkende organismen, de virussen? Werden deze vreemde, buitensporig klei-

ne organismen die zich op de drempel van levende en dode stof bevinden, wel door chloor en door mechanische waterzuiveringsmethoden vernietigd? Men had algemeen aangenomen dat virussen niet tegen chlorering bestand waren. Toegegeven, er hadden zich gevallen voorgedaan dat de installaties defekt waren geraakt of niet goed hadden gefunctioneerd, waardoor zich vele ziektegevallen hadden ontwikkeld. Maar dit was te verwachten; machines zijn nu eenmaal evenmin volmaakt als mensen, en zelfs bij de meest zorgvuldige voorzorgsmaatregelen kunnen zich ongelukjes voordoen.

In weerwil van al die voorzorgsmaatregelen begon zich echter zonder aanwijsbare oorzaak in het panorama van Amerika's ziekten een zeer oude, door een virus veroorzaakte ziekte — *hepatitis* — naar voren te dringen. Hepatitis — epidemische leverontsteking — is al duizenden jaren bekend onder de minder gelukkige naam geelzucht. Lijders aan hepatitis kenmerken zich doorgaans door een gelige tint van huid en oogappels en door de intens gele kleur van hun urine. De verkleuring is slechts een symptoom van leverbeschadiging, en in vele gevallen van hepatitis ontbreekt zij geheel. De ziekte wordt veroorzaakt door twee soorten virussen, waarvan er slechts een langs de weg van besmetting kan worden overgebracht door rechtstreeks contact met een zieke of met diens uitwerpselen. Dit type wordt het „epidemische hepatitisvirus" genoemd; het andere, veel gevaarlijker type (bekend als „spuitgeelzucht") wordt vrijwel uitsluitend overgebracht door slecht gesteriliseerde injectienaalden. Gelukkig verloopt epidemische hepatitis zelden dodelijk; wel kan de ziekte de patiënt sterk verzwakken. Zelfs na een maand of twee bedrust kunnen nog een jaar lang lichte symptomen geconstateerd worden, en in een op de tien gevallen ziet men een terugslag.

In oorlogstijd plegen alle vormen van hepatitis zich veelvuldig voor te doen, in het bijzonder daar waar grote aantallen soldaten bijeen zijn. Zowel in de Napoleontische oorlogen als tijdens de Amerikaanse burgeroorlog werden de legers zwaar geteisterd door „veldgeelzucht" of „kampgeelzucht" zoals de ziekte in de vorige eeuw algemeen werd genoemd. Tijdens de Boerenoorlog en de Eerste Wereldoorlog deden zich nieuwe hepatitisexplosies voor, maar hun oorzaken en de wijze van overbrenging bleven in nevelen gehuld. Met de entree van de Verenigde Staten in de Tweede Wereldoorlog besloten de artsen tenslotte een alles omvattend onderzoek naar de ziekte in te stellen, en wel door menselijke vrijwilligers met hepatitis te infecteren en de uitwerking onder zorgvuldig gecontroleerde omstan-

digheden te bestuderen. Hoewel de experimenten niet konden verhinderen dat in het verloop van de oorlog 180.000 Amerikaanse soldaten hepatitis opliepen, leverden zij wel een schat aan nieuwe kennis omtrent de ziekte op.

De experimenten lieten geen twijfel, dat hepatitis-virussen bestand zijn tegen de gebruikelijke methoden van waterzuivering. Gewoon chloreren van het water schijnt de incubatietijd van de virussen in het menselijk lichaam te verlengen, zonder ze evenwel te inactiveren. De virussen worden er slechts door verzwakt, maar niet vergiftigd, tenzij de chloorconcentraties ongewoon hoog worden opgevoerd.

De ontdekking werd al gauw bevestigd door ervaringen die buiten het laboratorium werd opgedaan. In de zomer van 1948 bezweken in Grangesberg (Zweden) bijna 400 mensen aan epidemische hepatitis. Een onderzoek leerde dat het virus afkomstig was van goed gefiltreerd, gechloreerd, bacterievrij drinkwater. Behalve de voortdurende controle van het water op virussen, en de dienovereenkomstige aanpassing van het chloorgehalte, zou er in deze kleine Zweedse gemeente geen mogelijkheid zijn geweest om het overslaan van de epidemie te verhinderen.

De spectaculairste hepatitisepidemie die door waterbesmetting werd veroorzaakt was die van december 1955 in New Delhi, toen van een stedelijke bevolking van nog geen twee miljoen mensen 30.000 mannen de ziekte opliepen. Een onverwachte wijziging van de loop van de Jamoena, de rivier waaruit de Indische hoofdstad haar water betrekt, had een enorme toevloed van rioolwater naar de stedelijke zuiveringsinstallaties tot gevolg. Deze installaties zijn zeer modern: het water van de Jamoena wordt gezeefd, gefiltreerd, gecoaguleerd, gechloreerd en dagelijks op schadelijke micro-organismen onderzocht. Toen de gezondheidstechnici constateerden dat de toevloed van rioolwater steeds erger werd, stelden zij — om de woorden van een officiële commissie van onderzoek te gebruiken — „krachtige pogingen in het werk" om het water te desinfecteren door het chloorgehalte te verhogen. „Als men op de bacteriologische analyse zou afgaan", aldus de commissie in haar rapport, „dan zou deze zonder twijfel aantonen dat de door de gezondheidsautoriteiten genomen stappen volstonden om de bacteriologische zuiverheid van het water te handhaven — maar helaas waren zij niet bij machte om de *virussen* in het water onschadelijk te maken". Het is in dit verband significant dat er geen toeneming werd geconstateerd van andere, niet door virussen, maar door bacillen veroorzaakte en door het water verbreide ziekten zoals tyfus en dysenterie.

Het is buitengewoon moeilijk te bewijzen dat een zeer besmettelijke ziekte door water wordt verbreid. Dat geldt trouwens ook voor de verbreiding door de lucht of door voedingsmiddelen. Niemand weet precies in welke mate het lichamelijke kontakt met een besmette patiënt tot de verbreiding van een infectieziekte bijdraagt. Na een zorgvuldige studie van een epidemie in een stad in Pennsylvania te hebben gemaakt, voerde dr. M. L. Hayward bijvoorbeeld sterke bewijzen aan, dat de ziekte door gechloreerd water was overgebracht. Het aantal gevallen bedroeg echter slechts 52 op een bevolking van 60.000 mensen, hetgeen een dermate klein aantal is, dat de ziekte uitsluitend door menselijke kontakten zou kunnen zijn overgebracht. Niemand zal het ooit weten. Vermoedelijk hebben zich ook elders vele van dergelijke grensgevallen voorgedaan, maar men zal nimmer kunnen vaststellen of zij door besmet water, door rechtstreekse overdracht van mens op mens dan wel door beide werden veroorzaakt.

Soms doet zich evenwel een epidemie voor die bijna zo doorzichtig is als een laboratoriumexperiment. Er schijnt bijvoorbeeld weinig twijfel dat een hepatitis-epidemie in twee naburige stadjes — Rhinebeck en Rhinecliff in de staat New York — door het water werd overgebracht, hoewel dit water was gechloreerd. Rhinebeck en Rhinecliff liggen 3,5 kilometer van elkaar, maar zij hebben een gemeenschappelijke watervoorziening. De gezamenlijke bevolking van de twee stadjes bedraagt omstreeks 3000 mensen, van wie de meesten in Rhinebeck wonen. De epidemie brak uit in de maand december 1956, hetgeen betekent dat wij insekten kunnen uitschakelen als mogelijke ziektedragers. In beide gemeenten werden melk en andere voedingsmiddelen via betrouwbare handelskanalen aangevoerd. De eerste ziektegevallen manifesteerden zich hoofdzakelijk onder jonge mensen in de leeftijdsgroep van 25 tot 34 jaar, hetgeen het zeer onwaarschijnlijk maakt dat de epidemie haar oorsprong vond in het kontakt tussen leerlingen van openbare scholen. In totaal kregen 83 mensen epidemische hepatitis — van wie veertig binnen een tijdsverloop van drie weken. Binnen een maand nadat het eerste geval was gerapporteerd, waren 70 mensen door de ziekte getroffen. Toen de huisadressen van deze 70 zieken op een plattegrond werden ingetekend, bleek dat op twee na alle slachtoffers hun water betrokken van de gemeentelijke watervoorziening. „De weg die de epidemie volgde, schijnt te wijzen op een gemeenschappelijke infectiehaard", aldus de conclusie van dr. David C. Poskanzer en dr. William G. Beadenkopf, die het geval onderzochten. „De meeste ziekte-



De stookolieplaag op Europa's stranden spoort chemici aan tot het samenstellen van preparaten die de kleverige massa binden.

Eens een trotse zeevogel – nu het tragische slachtoffer van door scheepsrampen of onverschilligheid veroorzaakte strand-vervuiling met stookolie.

Afvalwater van fabrieken kan het open water, waarop het wordt geloosd, met hinderlijk stinkend schuim overdekken (Enschede).

Vissterfte door waterverontreiniging in de Verenigde Staten: honderdduizenden rivierzalmen verloren het leven bij Benner Spring (Pennsylvanië).

gevallen ontstonden binnen een korter tijdsverloop dan de algemeen aangenomen incubatietijd voor epidemische hepatitis" aldus de onderzoekers. Dit sluit de waarschijnlijkheid uit dat de ziektegevallen in hoofdzaak te wijten zouden zijn aan het kontakt tussen mensen. Na zorgvuldig alle andere mogelijkheden te hebben nagegaan, concludeerden de onderzoekers dat „de hepatitisepidemie door het water werd verbreid — in weerwil van het feit dat het water was gechloreerd".

Het sprekendste bewijs waarover men tot dusverre in Amerika beschikt dat gechloreerd water hepatitisvirus kan bevatten, komt uit landelijke gemeenten. Betekent dit nu dat dichtbevolkte gebieden zich geen zorgen behoeven te maken? In een beschouwing over het uitbreken van een hepatitis-epidemie in Kentucky maakt dr. Robert J. Anderson enkele niet mis te verstane opmerkingen over de problemen waarmede stedelijke woongemeenschappen, in het bijzonder in de kleine voorsteden en buitenwijken te kampen hebben.* „Iets van de door schade en schande verkregen wijsheid van de plattelandsarts met betrekking tot de gevaren van waterputten en onhygiënische toiletten zou ook de artsen, die hun praktijk in de middelgrote Amerikaanse voorstadjes en buitenwijken uitoefenen, van nut kunnen zijn" aldus dr. Anderson. „Een jaar of zes geleden" — vervolgt deze arts — „brak er in een aantal naast elkaar staande huizen in een landelijk dorp in de provincie Daviess (Kentucky) een hepatitis-epidemie uit. Een deskundig onderzoek door epidemiologen bracht aan het licht dat de epidemie vrijwel zeker haar oorsprong vond in hepatitisvirus, dat uit een lekke septic tank afkomstig was en dat zich naar een stuk of zeven waterputten in de nabijheid had verplaatst. Een fluorescerende kleurstof die in het toilet van het verdachte huis werd gestort, dook korte tijd later in deze zeven waterputten op; in drie gevallen binnen 30 uur. De diepte van de putten varieerde van 24 tot 60 meter".

„Precies dezelfde situatie" — zo besluit dr. Anderson — „zou zich tegenwoordig in elk randgebied van een grote Amerikaanse stad kunnen voordoen. Het is de vraag of wij, als geneeskundigen met een in hoofdzaak op een stedelijke praktijk gegronde ervaring, snel genoeg op de gedachte zouden komen dat de oorzaak weleens zou kunnen schuilen in besmetting van het water".

* In de Verenigde Staten zijn deze uitgestrekte, veelal betrekkelijk nieuwe en met los van elkaar staande woonhuizen bezette wijken lang niet altijd op een gemeentelijke riolering of drinkwaterleiding aangesloten, zodat veel van particuliere septic tanks en waterputten gebruik wordt gemaakt.

Inderdaad is dit een loodzware vraag. Epidemische hepatitis is bezig zich door de gehele Verenigde Staten te verbreiden. De ziekte schijnt een kringloop te vertonen; elke vijf of tien jaren bereikt zij een piek, om vervolgens plotseling tot een dieptepunt te dalen. In 1954 — een „topjaar” — werden omstreeks 50.000 gevallen van epidemische hepatitis gemeld, waarna het aantal afzakte tot 15.000 gevallen in 1957. Daarop begon de ziekte weer alarmerend toe te nemen, hetgeen de ernstige bezorgdheid van de Volksgezondheidsautoriteiten opwekte. In zijn toespraak tot de deelnemers aan een in september 1960 gehouden conferentie over watervoorziening, waarschuwde dr. James O. Mason van de U.S. Public Health Service zijn toehoorders dat „het hepatitis-seizoen 1960-1961 een ernstig karakter zal dragen, en misschien het voorafgaande hoogtepunt zal evenaren of zelfs overtreffen”. In werkelijkheid overtroffen de cijfers over 1962 waarschijnlijk nog de meest pessimistische verwachtingen: zij schoten tot 73.000 gevallen omhoog — een toeneming van 50% boven het voorafgaande topjaar!

De volgende vraag luidt natuurlijk: „Zijn er nog meer virussen die door het ‘chloorgordijn’ weten te dringen? Poliovirus? De adenovirussen, die ademhalings- en oogziekten veroorzaken? De coxsackievirussen, die ziekten met griepachtige symptomen opwekken?

Het is op het ogenblik onmogelijk, op al deze vragen pasklare antwoorden te geven. Het vermogen van chloor om virussen te inactiveren hangt niet alleen af van de toegepaste hoeveelheid desinfectantia, maar ook van de hoeveelheid organische materie in het water, en zelfs van het aantal nematoden (microscopische wormpjes) welke het bevat. Onlangs constateerde een groep wetenschappelijke onderzoekers van het Robert A. Taft Centrum voor Gezondheidstechniek in Cincinnati, dat bepaalde nematoden volkomen resistent zijn tegen hoge chloorconcentraties in het water. Hoewel de nematoden op zichzelf onschuldig zijn, kunnen zij als dragers van beslist schadelijke bacteriën en virussen optreden. De onderzoekers ontdekten dat de bacteriën en virussen door de nematoden werden beschermd, „en wel in dusdanige mate dat zij ook een immobilisatie van omstreeks 90 percent van de wormpjes door het vrije chloor volledig overleefden”. Bij zeer hoge chloorconcentraties vormden de dode wormpjes zelfs een beschermend omhulsel voor de ziekteverwekkers.

Er zijn ook redenen om aan te nemen dat de resistentie van virussen tegen chloor de neiging heeft zeer sterk toe te nemen naarmate de hoeveelheid organische materie in het water gro-

ter wordt. Het is mogelijk, alle hepatitisvirussen te inactiveren in gedestilleerd water met een chloorgehalte van 3 ppm (drie volumedelen per miljoen). Maar wanneer dit water ongezuiverd rioolwater bevat, blijft zelfs een chloorgehalte van 15 ppm volstrekt onwerkzaam.

Tenslotte schijnt er enig bewijs te bestaan (naar moet worden toegegeven: niet afdoende) dat ook sommige polio-epidemieën door verontreinigd water werden veroorzaakt. Het staat vast dat er in ongezuiverd rioolwater poliovirussen zijn aangetroffen. Evenals het hepatitisvirus, het coxsackievirus en het adenovirus, komen zij in menselijke faeces voor en kunnen met het huishoudelijke afvalwater het oppervlaktewater verontreinigen. Maar zijn ook *deze* virussen tegen de gebruikelijke methoden van waterzuivering bestand? Deze vraag is nooit tot ieders tevredenheid beantwoord. Er is echter een geval bekend dat een polio-epidemie *kan* zijn veroorzaakt door gezuiverd rivierwater. In 1953 brak in Edmonton, de hoofdstad van de provincie Alberta in Midden-Canada, een grote epidemie uit. Deze stad van 160.000 inwoners betrekt haar drinkwater van de Noord-Saskatchewan rivier. Het water ondergaat in een gemeentelijke installatie een volledige zuivering en wordt daarbij tevens gechloreerd. Na zorgvuldige bestudering van de epidemie kwamen de Canadese autoriteiten tot de conclusie dat deze „in redelijkheid kon worden toegeschreven" aan zware verontreiniging van het rivierwater als gevolg van een mankement aan een rioolwaterzuiveringsinstallatie van een stroomopwaarts gelegen stad. Tegenwoordig heeft het gebruik van vaccins de kansen op een dergelijke polio-explosie sterk doen dalen, maar, zoals de artsen Norman A. Clarke en Shih Lu Chang van de Public Health Service waarschuwend opmerken, „de mogelijkheid blijft bestaan dat onder ongebruikelijke omstandigheden een polio-epidemie uitbreekt door besmetting van het water".

Natuurlijk zouden wij vrolijk en wel al onze oppervlaktewateren tot een plezierig leefmilieu voor virussen kunnen maken — om vervolgens in nerveuze spanning af te wachten of een vaccin of een „wonderpil", dan wel een tranquilizer onze angst voor toekomstige epidemieën zou kunnen wegnemen. Inderdaad doen wij alles wat wij kunnen om het eerste deel van deze mogelijkheid tot werkelijkheid te doen worden. Per jaar worden in de Verenigde Staten meer dan 18 miljard kg droge afvalstof uit de riolen in oppervlakte- en kustwateren geloosd — een toeneming van 70 percent vergeleken met 1940. Gemeentelijk rioolwater en industrieel afvalwater hebben vele wateren volkomen ongeschikt gemaakt voor gebruik als drinkwa-

ter. Van het standpunt van een virus gezien kan nauwelijks worden volgehouden dat het de moderne mens ontbreekt aan een perverse zin voor liefdadigheid. Hij heeft het virus een magnifieke waterroute geschonken: van het toilet tot de keukenkraan. Zoals wij zien heeft hij er nog een sinistere groep volkomen nieuwe afvalstoffen aan toegevoegd — stoffen waarvan nog zal moeten blijken welke uitwerking zij op de lange duur op de menselijke gezondheid zullen hebben.

HET KANKERGEVAAR — WATER

Een nog nimmer aanschouwde hoeveelheid kankerverwekkende stoffen belaagt tegenwoordig de watervoorziening, voornamelijk als gevolg van de zich voortdurend wijzigende staalkaart van exotische chemische afvalstoffen die door de moderne industrie en landbouw worden voortgebracht. Zij bereiken de afgelegen bovenlopen van rivieren in de vorm van insektenverdelgingsmiddelen, afkomstig van bespoten akkers en bosgronden. Zij worden in de waterwegen geloosd in de gedaante van het afval van petroleumraffinaderijen, chemische fabrieken en vrachtschepen. Zij dalen als radioactieve fallout van atoomproeven op de oppervlaktewateren neer, en zetten zich als „koolwaterstoffenfallout" van kolen- en oliestookinrichtingen op het water van rivieren en meren af. Naar de mening van dr. Wilhelm C. Hueper, wereldvermaard deskundige op het terrein van kankerverwekkende stoffen in het menselijk leefmilieu, variëren zij van „uiteenlopende anorganische en organische chemicaliën tot radioactieve stoffen en mogelijk zelfs virussen zoals het hepatitisvirus". Dr. Hueper wijst er met nadruk op dat „gezien de snel toenemende industrialisering en verstedelijking van Amerika, benevens de daarmede samenhangende veel zwaardere belasting van de watervoorraden in rivieren, meren en ondergrondse reservoirs, het gevaar dat bezoedeld drinkwater als kankerverwekker gaat optreden, binnen afzienbare tijd belangrijk zal toenemen".

Van minstens drie elementen — arsenicum, beryllium en chroom — is de carcinogene (kankerverwekkende) aard bekend. Vermoedelijk komt elk van deze drie elementen in het drinkwater van industriële gemeenschappen voor, maar arsenicum is tot nu toe het enige element waarvan de eigenschappen als kankerverwekkende waterverontreiniging diepgaand zijn bestudeerd. Dit carcinogeen bereikt vermoedelijk vrij hoge concentraties in de wateren in de omgeving van kopermijnen, waar het uit de slakkenhopen naar het grondwater en naar de rivie-

ren sijpelt. Reeds in de jaren '20 begonnen Duitse artsen zich te realiseren dat het arsenicum uit industrie-afvallen door verontreiniging van het water een ernstige bedreiging zou kunnen vormen. Op grond daarvan eisten zij nauwlettende controle op de omgeving van kopermijnen. Doorsijpeling van de bodem met arsenicum, afkomstig van de slakkenhopen bij Reichenstein in Duitsland vormde de vermoedelijke oorzaak van het veelvuldig optreden van huid- en leverkanker bij de plaatselijke bevolking. Eerst nadat Reichenstein in 1928 een nieuwe drinkwaterleiding had geïnstalleerd, behoorden deze „arsenicumkankers" tot het verleden.

Tegenwoordig zijn de belangrijkste carcinogenen die in het water worden aangetroffen radioactieve elementen en aromatische chemicaliën. Deze aromatische chemicaliën zijn grote groepen koolwaterstoffen met ringvormige moleculaire structuren, in tegenstelling tot de koolwaterstoffen die lange moleculaire ketenen vormen. Hoewel de meeste aromatische stoffen niet tot de carcinogenen behoren, omvatten zij een aantal van de krachtigste kankerverwekkende substanties welke de mens kent, zoals benzpyreen en benzanthraceen. De meeste van deze aromatische carcinogenen ontstaan bij destillatie of verbranding van organische verbindingen zoals kolen en olie, en zij hebben de neiging niet alleen de wateren van industriegebieden, doch ook die van dichtbevolkte stedelijke centra te bezoedelen.

De gevaren van deze vorm van waterverontreiniging kunnen moeilijk worden overschat. Zo heeft men bij de olieraffinaderijen in de Baai van Los Angeles vissen met mondkanker aangetroffen — vermoedelijk een gevolg van het feit dat de dieren zich voedden met het slijk van water dat met de vloeibare afvallen van raffinaderijen was verontreinigd. Het carcinogeen *benzpyreen* werd aangetroffen in eendemosselen en oesters, afkomstig uit wateren die door stookolie van schepen waren verontreinigd. In het begin van de jaren '50 filtreerde C. C. Ruchhoft van de Public Health Service door middel van actieve kool zowel gezuiverd als ongezuiverd water uit de Ohio bij Cincinnati, waaronder het afvalwater van een stroomopwaarts gelegen olieraffinaderij. Muizen, die in dr. Huepers laboratorium met het filtraat werden bestreken, kregen inderdaad huidkanker. „Deze bevindingen wijzen erop" — aldus constateert dr. Hueper zonder een blad voor de mond te nemen — „dat er in de wateren, die als drinkwaterreservoir voor een omvangrijk stedelijk gebied moeten dienen, kankerverwekkende chemische stoffen zijn geloosd".

Tot de meest algemeen bekende aromatische koolwaterstof-

fen in het water behoren tegenwoordig bestrijdingsmiddelen zoals DDT, Dieldrin en Chloordaan. Hoewel deze stoffen veel overvloediger in Amerikaanse kruidenierswaren, groenten en vruchten voorkomen dan in het drinkwater, is het begrijpelijk dat dr. Hueper alarm slaat.

Want al moet het dan ook onwaarschijnlijk worden geacht dat de hoeveelheden van deze chemicaliën, welke onze drinkwatervoorraden verontreinigen, ooit voldoende hoge niveaus zullen bereiken om op zichzelf kankers te veroorzaken, zo kunnen dergelijke verontreinigingen niettemin een zeker gevaar scheppen. Zij dragen immers bij tot verhoging van de totale hoeveelheid van deze en soortgelijke milieu-carcinogenen waaraan de bevolking is blootgesteld (in de vorm van toevoegingen aan voedingsmiddelen, voedselverontreinigingen, bepaalde bestanddelen van consumptiegoederen en verontreinigingen die met de beroepsarbeid samenhangen). De recente epidemie van primaire leverkankers onder de regenboogzalmen in viskwekerijen, waarbij 40 tot 89 percent van de vis werd aangetast — en die vermoedelijk moet worden toegeschreven aan een bestanddeel in het voer — kan als waarschuwing gelden dat gevolgen als deze ook voor menselijke populaties in het verschiet kunnen liggen — tenzij de juiste voorzorgsmaatregelen worden getroffen.

Radioactieve verontreinigingen kampen met de bestrijdingsmiddelen om de eerste plaats als object van een felle controverse. Toen de kernwapenproeven in de dampkring door de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie nog in volle gang waren — sedertdien zijn er de proeven van Frankrijk en de Chinese Volksrepubliek bijgekomen — stelde radioactieve neerslag in de ogen van het publiek elke andere vorm van luchtverontreiniging in de schaduw. In dit opzicht faalde het „lekeninstinct" niet; radioactieve elementen worden volkomen terecht als „universele carcinogenen" bestempeld. Er bestaat geen twijfel dat elk lichaamsorgaan dat aan een voldoende hoeveelheid straling wordt blootgesteld, kankerverschijnselen gaat vertonen mits het leven van het slachtoffer niet voordien door een acute ziekte wordt opgeëist. Geen enkele bekende stof vertoont een even krachtige radioactiviteit als radioactieve elementen. Een onwaarschijnlijk kleine hoeveelheid radium in de beenderen van de mens — vier miljoensten van een gram — volstaat reeds om kanker teweeg te brengen.

Radioactieve besmetting houdt vrijwel altijd verband met water. De radioactieve fallout die ons voedsel besmet, bereikt de planten en de aardbodem door middel van regen. In zekere zin kunnen radioactieve elementen ook als „universele water-

verontreinigers" worden aangeduid; er is vrijwel geen open water meer dat althans niet enige radioactieve smetstof bevat, afkomstig van de diverse nucleaire activiteiten van de mens.

Gelukkig is de radioactiviteit van het water als regel bijzonder gering. Tenzij een rivier zwaar verontreinigd wordt door de afvallen van uraniumfabrieken, omvatten de radioactieve substanties in het water slechts een nietige fractie van de in ons voedsel voorkomende hoeveelheden fallout. Zo lag b.v. in 1963 het hoogste gemeten niveau van strontium 90 in het New Yorkse leidingwater op 2,14 micro-microcuries per liter, terwijl dit niveau bij melk tot omstreeks 45 micro-microcuries omhoogschoot. Het verraderlijke van de radioactiviteit van water is echter dat deze zich concentreert in levende objecten. Plankton, algen, schaaldieren, en hogere vormen van vissenleven absorberen radioactieve elementen uit het water, of uit elkaars lichamen, en accumuleren op die wijze vaak een enorm veel grotere radioactiviteit dan die, welke in de omgeving wordt aangetroffen. Zo heeft men in de Columbiarivier algen gevonden die kalium bevatten, dat een miljoen maal zo radioactief was als water, en vissen die 5000 maal zoveel radioactief caesium in hun lichaam hadden als de overeenkomstige hoeveelheid water. In deze gevallen was het afval afkomstig van rivierwater, dat wordt gebruikt voor de koeling van de Hanford kernreactoren van de Commissie voor Atoomenergie.

Op zichzelf genomen is de uitwerking van elk dezer verontreinigingen op de volksgezondheid nog een vraagpunt. Niemand kent precies hun werking op het menselijk lichaam. Reeds geruime tijd geleden besloot echter een groep Nederlandse onderzoekers zich niet te verdiepen in de gecompliceerde technische kant van de chemische waterverontreiniging, maar het totale gevarenbeeld statistisch onder de loep te nemen. Een der vele door hen bestudeerde punten betrof de mogelijkheid van een schakel tussen kankersterfte en waterverontreiniging. Het onderzoek leverde enkele fascinerende resultaten op. Zo werd vastgesteld dat de kankersterfte in gemeenten met een door de overheid aangelegde waterleiding in het algemeen lager lag dan daar waar men (nog) niet over een waterleiding beschikte. De kankersterfte in steden met een op waterwinning uit de bodem berustende watervoorziening (zoals duinwater) lag met 568 per 100.000 inwoners lager dan in steden met een watervoorziening uit oppervlaktewater (rivieren), waar de kankersterfte 606 per 100.000 inwoners bleek te belopen. Daarmede was de vraag uit de sfeer van de gissingen naar die van de concrete feiten overgebracht.

Het leven in de moderne stad

„Na zijn eeuwenlange ontwikkeling in een natuurlijke omgeving van schone lucht en helder water, groene wouden en grazige weiden heeft de mens in luttele honderden jaren de condities van zijn bestaan radicaal gewijzigd. De grote stad van onze dagen bevindt zich op de drempel van de uit plastic en wondermetalen geconstrueerde super-metropool van de toekomst, die naar de mening van sommige stoutmoedige profeten vol zal zijn van wonderbaarlijke zaken zoals kunstmatig water, kunstmatige lucht en misschien zelfs kunstmatige mensen!"

RICHARD A. PRINDLE, arts
U.S. Public Health Service

9 | Leven op onze zenuwen

DE STRIJD OM HET BESTAAN

Bijna een kwart eeuw geleden beschreef Lewis Mumford de ontwikkeling van de moderne reuzensteden als het voortdurend aantrekken van een bevolking, die zich weet aan te passen aan een omgeving welke gespeend is van voldoende natuurlijke of culturele hulpbronnen. Mensen, die het moeten stellen zonder zuivere lucht, zonder gezonde slaap, zonder een fleurig tuintje of een speelruimte; mensen die zelfs de hemel en de zon niet meer te zien krijgen, die zich niet vrij kunnen bewegen, niet spontaan kunnen spelen of een robuust sexueel leven leiden. In Mumfords opvatting zijn de lugubere aangroeisels rondom de stedelijke kernen in feite „zonder"-gebieden. „Wie in deze wijken woont kan door enkele kilometers met bus of tram te rijden de stedebouwkundige schoonheid terugvinden; maar wie een vleugje natuur wil opdoen moet met een volgepropte voorstadtrein naar de rand van de stad. Wie niet over de middelen beschikt om de stad te ontvluchten, geeft zich op den duur gewonnen; wie permanent op een houtje moet bijten verliest tenslotte de eetlust. Uiteindelijk kom je zover dat je leeft en sterft zonder zelfs maar te beseffen wat je verloren hebt".

Deze passage dient op de hoogte van de tijd te worden gebracht. Sedert de jaren '30 zijn de bussen, de trams en de voorstadtreinen aangevuld met automobielen, die de vrije verkeerswegen van weleer verstoppen en verontreinigen. Maar mogelijk nog bedenkelijker is dat de voortdurende verzwaring van de op de stadsmens drukkende last van verloochening en frustratie in termen van lichamelijke en geestelijke gezondheid een onvoorstelbaar hoge tol eist. Tenzij menselijke wezens reeds bij hun geboorte gespeend zijn van een robuuste natuurlijke levensdrift, stellen zij als regel wanhopige pogingen in het werk om zich hun deel van de goede dingen des levens (wat men daar dan ook onder wil verstaan) te veroveren. De spanningen waarmede deze pogingen gepaard gaan kunnen even verwoestend voor hun gezondheid zijn als een zware chronische ziekte.

De algemene opvatting dat een op maatschappelijk succes jagend man zichzelf „de das omdoet" berust niet op een mythe. Volgens de befaamde Amerikaanse hartspecialist dr. Paul Dudley White is de meest geschikte candidaat voor een hartaanval „de jeugdige hogere employé wie het vermoedelijk om het bereiken van de top te doen is, dan wel de witte-boordwerker die in zijn frustraties gevangen zit". Het doet er weinig toe of het streven uiteindelijk tot succes leidt of dat de frustraties tenslotte worden opgeheven; de „*rat race*", de jachtige „strijd om het bestaan" eist op de lange duur toch zijn tol. De worsteling om in het ontwortelde stedelijke milieu vooruit te komen en zich zelfs maar een bescheiden mate van economische en maatschappelijke zekerheid te verwerven, is niet alleen een bron van geestelijke uitputting, maar ook van lichamelijke slijtage.

Een merkwaardige aanwijzing voor de gevolgen van de „rat race" vindt men in de resultaten van een door het Cornell Medical Center ingesteld onderzoek van twee groepen jeugdige functionarissen, die bij dezelfde onderneming werken. Zij behoren tot dezelfde leeftijdsgroep (22 tot 32 jaar), verdienen vergelijkbare salarissen (tussen de 6000 en 10.000 dollar per jaar), werken in een gelijksoortige omgeving en bekleden gelijksoortige managersfuncties. „Beoordeeld naar hun bezigheden, opvoeding, bronnen van inkomsten, soort woning en 'stand' van hun domicilie kunnen zij zonder uitzondering tot de sociale categorie worden gerekend die men als de middenklasse aanduidt" aldus de Cornell onderzoekers.

In één belangrijk opzicht verschilden zij echter: de eerste groep, samengesteld uit betrekkelijk kort geleden afgestudeerden van een „college" * was bij haar indiensttreding meteen in een leidende functie aangesteld; de tweede groep, bestaande uit de bezitters van een einddiploma van een „high school" ** had zich zelfstandig tot een leidende functie omhoog gewerkt.

De groep met een „college"-opleiding kwam uit goed gesitueerde, goed opgevoede middenstandsgezinnen, als regel van Amerikaanse afkomst, terwijl de functionarissen in de „high-school" groep zoons waren van betrekkelijk arme ouders uit de arbeidersklasse, in vele gevallen immigranten. Wij zien hier dus twee groepen managers: de ene samengesteld uit jonge mannen die zich in feite omhoog hadden geworsteld naar een leidende functie, en een tweede groep die onmiddellijk in leidende functies was aangesteld zonder te hebben moeten worstelen met de uit-

* vergelijkbaar met een HBS- of gymnasiumopleiding.
** te vergelijken met ons ULO-onderwijs.

daging waarmede minder bevoorrechten zich geconfronteerd zien.

Zoals men kon verwachten bevonden de Cornell-onderzoekers dat de groep met alleen een *high-school*-opleiding op latere leeftijd meer kans had op hartaanvallen dan de groep die een *college* had afgelopen. Afgezien van de fijnere diagnostische overwegingen waarop deze voorspelling steunt, hadden vele functionarissen van de high-school-groep een te hoog lichaamsgewicht en een iets boven het normale liggende bloeddruk. Hun lichamelijke gezondheid bleek als geheel aanmerkelijk minder goed dan die van hun collega's met een college-diploma. De groep vertoonde bijvoorbeeld twee maal zoveel maag-darm klachten, iets meer dan twee maal zoveel huidaandoeningen, bijna vier maal zoveel stofwisselings- en klierstoornissen en vier maal zoveel tandheelkundige en ademhalingsbezwaren. Deze (opmerkelijke) verschillen in gezondheid konden niet worden herleid tot verschillen in de erfelijkheidsachtergronden van de beide groepen. „Er waren geen waarneembare verschillen in het aantal familiekwalen van allerlei aard" aldus constateerden de Cornell-deskundigen „en evenmin zagen wij enig verschil in het aantal gevallen van atherosclerose en hoge bloeddruk bij ouders en grootouders".

Men zou hieruit kunnen afleiden dat studie het ideale recept is om op jeugdige leeftijd een leidende functie te bekleden zonder zijn gezondheid op te offeren. Inderdaad is voor een toenemend aantal leidende functies een academische achtergrond vereist, maar er is geen reden om aan te nemen dat de wedijver tussen de afgestudeerde functionarissen onderling er ook maar een haar minder op wordt. Het is alleen zo, dat de deelnemers aan de strijd met nieuwe wapenen de vuurlinie van het moderne zakenleven betreden. Naarmate deze wapenen meer in zwang komen, gaan de voordelen welke de ene krijger op de andere heeft weer verloren.

In feite komen er steeds nieuwe spanningen bij. De huidige stadsbewoner wordt geplaagd door ontelbare kleine ergernissen, die stuk voor stuk hun steentje bijdragen tot de groeiende stapel van spanningen en verdrietelijkheden. Neem eens de dagelijkse beproeving om in tjokvolle woon- en zakenwijken een parkeerplaatsje te vinden; de ergernis van het gevecht om een zitplaatsje aan een stampvol snelbuffet, om niet te spreken van het eindeloze wachten dat vrijwel elk aspect van het leven in zeer grote steden beheerst — van het instappen in de ondergrondse tot het afrekenen in een gigantische supermarkt.

Er zijn tot nu toe slechts weinig pogingen gedaan om na te gaan welke invloed de spanningen van het grote-stadsleven uit-

oefenen op de plattelanders die naar de stad verhuizen. In de Verenigde Staten dreigen studies van deze aard zeer uiteenlopende resultaten af te werpen, tenzij de economische en culturele achtergronden van hen die naar de grote stad migreren met de grootst mogelijke zorg worden nagegaan. De uitdagingen, de problemen en de standaarden van de grote stad hebben het platteland dusdanig geïnfiltreerd dat vele landbouwers en dorpelingen nog meer door economische zorgen worden gekweld dan de zwaarst voor zelfbehoud strijdende, met schulden overladen bewoners van de grote stad en van haar voorsteden. Het is moeilijk om over het agrarische Amerika te spreken zonder zich beelden voor de geest te halen van verbijsterende landbouwoverschotten, failliete boeren en gigantische uitgestrektheden bouwland, die worden geplaagd door volgens industriële principes groepsgewijs opererende landarbeiders.

Toch ontbreekt het ons niet geheel aan inzicht op dit terrein. Een belangwekkende studie over de uitwerking van de spanningen welke het stadsleven met zich medebrengt, werd in Zuid-Afrika op touw gezet, waar de primitieve, op het platteland levende Zoeloe-stammen voortreffelijk vergelijkingsmateriaal opleveren. De Zoeloe-dorpjes, die een bijna geheel agrarisch karakter dragen, zijn in de loop der jaren onafgebroken „uitgekamd" bij het zoeken naar goedkope arbeidskrachten voor de steden. Gedurende de jaren '50 stelden groepen artsen en psychologen een zorgvuldig onderzoek in naar de lotgevallen en ervaringen van de Zoeloes die hun dorpen verlieten om naar de steden te migreren. Het onderzoek concentreerde zich op één enkel gezondheidsaspect: de hoogte van de bloeddruk, waarvan sommige wetenschapsmensen aannemen dat zij door „stress" * wordt beïnvloed. Na vergelijking van 505 Zoeloes die naar de steden waren gemigreerd met 548 Zoeloes die in landelijke streken waren blijven wonen, vonden de Zuidafrikaanse geleerden een significante verhoging van de bloeddruk bij de verstedelijkte stamleden. Dr. Norman Scotch, een socioloog die op een conferentie onder auspiciën van de New Yorkse Academie van Wetenschappen verslag over het onderzoek uitbracht, merkte daarover op: „Je kunt het niet bewijzen, maar er *moet* een verband bestaan tussen de spanningen in het leven van deze mensen en hun verhoogde bloeddruk".

* Het begrip „stress" berust op de reeds in 1907 door dr. Hans Selye ontwikkelde leer dat overmatige psychische of lichamelijke inspanningen de afweerkrachten van het lichaam kunnen verlammen. Het woord stress wordt tegenwoordig ook algemeen in Nederland gebruikt als aanduiding van het bepaalde, hier bedoelde ziektebeeld.

LICHAAM EN GEEST

Zo langzamerhand weet het publiek nu wel dat het buitengewoon moeilijk is inzake geneeskundige researchvraagstukken met overtuigende bewijzen voor de dag te komen. Iedereen die vertrouwd is met de controverse over het verband tussen roken en longkanker moet wel de indruk krijgen dat statistische onderzoekingen de medische wereld onveranderlijk in twee elkaar bestrijdende kampen verdelen. In vele gevallen zijn controverses van deze aard gerechtvaardigd. Gezondheidsstatistieken kunnen grovelijk worden misbruikt om misleidende indrukken te geven en tot volkomen valse conclusies te leiden. Evenmin is het altijd mogelijk een objectief wetenschappelijk standpunt in te nemen ten aanzien van vragen die zich bij het medische speurwerk opdringen. In weerwil van het ontzag waarmede hun beroep door het publiek wordt omgeven, zijn dokters ook maar mensen. Zoals alle mensen hebben zij hun vooroordelen, hun voorkeuren en hun culturele interessen, en net zoals ieder ander zijn zij beladen met de talloze zwakheden van het menselijk ras. Het kwetsbaarste terrein in de geneeskunde is de studie van ziekten op basis van statistische correlaties. Zodra ergens cijfers worden gehanteerd om het optreden van een ziekte te koppelen aan een specifieke sociale achtergrond, habitus of levenssituatie, ontstaan onvermijdelijk diepgaande meningsverschillen. Men kan veilig zeggen dat de emoties recht evenredig toenemen met het aantal bij de zaak betrokken economische interessen en professionele vooroordelen.

Er zijn geen afdoende bewijzen dat emotionele „stress" rechtstreeks verantwoordelijk is voor iets anders dan voor het door een zelfmoordenaar nagelaten briefje. En de voornaamste reden waarom dit bewijs als medisch aanvaardbaar kan worden beschouwd, is dat de *zelfmoordenaar* het publiek veelal op de hoogte stelt van zijn motieven om zich van het leven te beroven. Het is duidelijk dat vele zelfmoordenaars in psychische nood verkerende mensen zijn. Er zijn echter minder afdoende bewijzen dat emotionele spanningen het verloop van tal van chronische ziekten beïnvloeden. Afgezien van enig vaag en grotendeels statistisch bewijsmateriaal, bestaat er een toenemende hoeveelheid informatie over de wijze waarop het lichaam chemisch op stress reageert, en waardoor kan worden verklaard hoe deze spanningen kunnen verergeren of indirekt tot een chronische ziekte kunnen leiden.

Laat ons nu eens omzien naar bewijzen van niet-chemische aard met betrekking tot de gevolgen van emotionele stress. Ja-

renlang hebben de medici een nauw verband geconstateerd tussen het opflikkeren van een chronische ziekte en pijnlijke emotionele ervaringen van de betrokken patiënt. Bepaalde ziekten, zoals maagzweren, worden kennelijk door spanningen en zorgen beïnvloed. Wijlen dr. Flanders Dunbar wees erop dat maagzweren tot ontwikkeling komen wanneer de maag enerzijds door te veelvuldige zenuwprikkels wordt aangespoord tot een te grote zoutzuurproduktie en anderzijds tot het spannen van de spieren, die het voedseltransport in het lichaam regelen. Gespannen spieren en een te hoge zoutzuurafgifte werken samen om de schade te vergroten en tenslotte een zweer te doen ontstaan — een pijnlijke wonde die met behulp van X-stralen kan worden ontdekt.

Dr. Dunbar merkte op dat de relatie tussen emotionele spanningen en maag-darmaandoeningen reeds „sedert 640 v. C. aan de medische wetenschap bekend is". In dat jaar werd naar men zegt koning Perdicas van Macedonië door middel van droomuitlegging door Hippocrates genezen. Bewijzen van recenter datum brengen vele andere ziekten — waaronder gewrichtsreumatiek, overgevoeligheidsziekten, aandoeningen van de bloedvaten, huidaandoeningen en mogelijk zelfs kanker — binnen het arbeidsterrein van een omvangrijke nieuwe tak van wetenschap: de psychosomatische geneeskunde, die zich bezighoudt met de invloed van de geest op het lichaam. Slechts weinig artsen zullen beweren dat emotionele stress de *enige* oorzaak is van deze aandoeningen, maar zij hebben goede redenen om te vermoeden dat zij tot het ontstaan ervan bijdraagt.

Daar is b.v. het onderzoek dat door dr. Standford Meyerowitz en dr. Ralph F. Jacox van de Rochester universiteit op meer dan 100 lijders aan gewrichtsreumatiek werd uitgevoerd. Zij zijn de vaste overtuiging toegedaan dat deze ziekte vooral optreedt bij mensen met een karakteristieke persoonlijkheidsstructuur en dat zij wordt uitgelokt door grote geestelijke en emotionele spanningen. Onlangs brachten de beide geleerden verslag uit over verscheidene één-eiïge (z.g. identieke) vrouwelijke tweelingen, van wie telkens slechts de een aan gewrichtsreumatiek leed en de ander niet. Hoewel de tweelingen volkomen gelijke erfelijke en milieu-achtergronden hadden, bleken de zieke leden van elk tweelingenpaar passieve naturen te zijn, die hun problemen „inslikten" en, zoals de onderzoekers met nadruk betogen, aan hun frustrerende levensomstandigheden trachtten te ontsnappen door verhoogde activiteit in hun werk. Dat meerdere werk kan echter zeer wel tot verhoging van de spanningen bij de reumapatiënten hebben bijgedragen.



De gracht als drijvende vuilnisbelt: triest voorbeeld van milieuverontreiniging door menselijke onverschilligheid (Amsterdam).

Moderne oplossing van het straatvuil- en straatstofprobleem: gemeentelijke straatstofzuigers aan het werk in Salford (Lancashire), Engeland.

De 'stikkende stad': de verkeerscongestie in de Amsterdamse binnenstad op de spitsuren wordt van jaar tot jaar erger. Goed voorbeeld van de conflictsituatie tussen openbaar en particulier vervoer.



Verkeersopstopping in New York: op de hoek van 42nd Street en 3rd Avenue vormen duizenden automobielen tezamen een gigantische 'gasfabriek'.

Vele allergieën en huidaandoeningen worden kennelijk beïnvloed door de emotionele toestand van de slachtoffers. Zo hebben artsen van de Cornell universiteit met hooikoortslijders zitten praten, in vertrekken waar (buiten medeweten van de patiënten) prikkelende stuifmeelkorrels waren gedeponeerd. Aanvankelijk hadden de patiënten er weinig last van. Maar zodra de gesprekken op emotioneel geladen onderwerpen kwamen, manifesteerden zich hooikoortssymptomen, die weer verdwenen wanneer de conversatie in rustiger banen werd geleid. Vele astmalijders kunnen door een psychiatrische behandeling geheel van hun symptomen worden verlost, dan wel aanmerkelijke vooruitgang boeken. Een intensief onderzoek van zevenentwintig astmalijders in het Instituut voor Psychoanalyse te Chicago bewees dat de astmasymptomen in elf gevallen konden worden geëlimineerd en dat in acht gevallen aanmerkelijke verbetering kon worden bereikt. Minstens negentien van de zevenentwintig astmatici vonden zeer veel baat bij de behandeling.

Verrassender nog is de mening van een toenemend aantal artsen dat het voortschrijden van bepaalde vormen van kanker door de gemoedstoestand van de patiënt wordt beïnvloed. Dr. Eugene P. Pendergrass, een vooraanstaand radioloog en gewezen voorzitter van het Amerikaans Kanker Genootschap, maakt de volgende rake opmerking: „Persoonlijk heb ik kankerpatiënten geobserveerd die een geslaagde behandeling hadden ondergaan en nog jaren daarna in goede conditie voortleefden — tot zij door emotionele stress werden getroffen, zoals de dood van een zoon tijdens de Tweede Wereldoorlog, de ontrouw van een schoondochter of de lasten van langdurige werkloosheid. Hun ziekte openbaarde zich opnieuw en eindigde met de dood van de betrokkenen".

De zienswijze van dr. Pendergrass wordt gedeeld door dr. John B. Graham van het Roswell Park Memorial Institute in Buffalo: „De tegenslagen en de wanhoop waaraan deze mensen — kankerpatiënten — blootstaan en de wijze waarop zij daarop reageren, zijn inderdaad factoren die de ontwikkeling van kanker en de resultaten van de medische behandeling beïnvloeden". Evenmin als dr. Pendergrass beweert dr. Graham dat kanker wordt *veroorzaakt* door emotionele stress, maar wel wijst hij erop dat „in sommige gevallen de wanhoop aan de kanker voorafgaat" en dat de emotionele toestand „een factor kan zijn die over het al dan niet ontstaan van kanker beslist".

HET PROBLEEM VAN DE KRANSSLAGADEREN

Het tastbaarste bewijs van de schade welke door emotionele stress wordt aangericht, vindt men in de onderzoekingen naar de verharding en de vernauwing van de menselijke slagaderen. Hoewel vermoedelijk tal van factoren zoals erfelijkheid, onjuiste voeding en overmatig roken een ongunstige invloed op de bloedvaten uitoefenen, kunnen de schadelijke gevolgen van spanningen niet langer over het hoofd worden gezien. Recente onderzoekingen op mensen en dieren bewijzen dat emotionele spanningen bevorderlijk zijn voor ontwikkeling van arteriosclerose (aderverkalking) en atherosclerose (bloedvatvernauwing door vettige afzettingen van cholesterol en andere substanties in de grote slagaderen). Atherosclerose vormt een rechtstreekse oorzaak van ziekten van de kransslagaderen (de coronaire vaten) van het hart en neemt in de rij van doodsoorzaken in de Westerse wereld een voorname plaats in.

Welke onderzoekingen leverden de overtuigendste bewijzen op voor het verband tussen stress en ziekten van de slagaderen?

Begin januari 1957 zette een groep artsen van het Mount Zion Hospital in San Francisco een experiment op touw dat onder de medische onderzoekers tot een levendige gedachtenwisseling over atherosclerose leidde. De Mount Zion-artsen besloten twee intrigerende problemen aan te pakken: ten eerste het effekt van spanningen op het cholesterolgehalte van het bloed en in de tweede plaats de gevolgen van deze spanningen voor de snelheid waarmede bloedstolsels worden gevormd. De belangstelling van de Mount Zion-artsen voor de stollingstijden van het bloed was meer dan een kwestie van academische nieuwsgierigheid. Coronaire hartaanvallen worden rechtstreeks door bloedstolsels veroorzaakt; wanneer deze stolsels zich vastzetten in de kransslagaderen blokkeren zij ten dele de voor de voeding van de hartspier noodzakelijke bloedtoevoer. Hoewel de kransslagaderen zonder uitzondering reeds lang voordat er stolsels in verschijnen door cholesterolafzettingen zijn vernauwd, vormt zo'n stolsel niettemin de rechtstreekse aanleiding tot de hartaanval.

Laten wij thans — gewapend met deze sterk vereenvoudigde voorstelling van een hartaanval — terugkeren tot de experimenten van de Mount Zion-artsen. Geconfronteerd met vele uiteenlopende soorten stress — lichamelijk, geestelijk en emotioneel — besloten de onderzoekers zich te concentreren op hetgeen zij „sociaal-economische spanningen" noemden: de spanningen, die optreden bij mensen die gedwongen zijn te „jach-

ten", die zich aan tijdslimieten (de z.g. deadlines) moeten houden en die vervuld zijn van het begrip „haast". Wie waren de meest voor de hand liggende slachtoffers van dergelijke spanningen? Het antwoord van de Mount Zion-artsen luidde: de beedigde accountants — in het bijzonder een groep van 18 accountants-belastingconsulenten en een tweede groep van 22 accountants die zich hadden gespecialiseerd in vennootschapsfinanciën. De belastingconsulenten (gemiddelde leeftijd: 38 jaar) en de vennootschapsaccountants (gemiddelde leeftijd: 39 jaar) „waren ideale proefkonijnen . . . ver boven het gemiddelde wat betreft intelligentie, serieuze taakopvatting en begrijpende belangstelling voor het onderzoek zelf", aldus de onderzoekers. „Te allen tijde — zelfs in hun perioden van stress — verleenden zij in weerwil van de zware eisen van het onderzoek onmiddellijk hun volle medewerking".

Het onderzoek besloeg de eerste vijf maanden van het jaar — de periode van januari tot juni, waarin accountants tot zeventig uur per week werken aan belastingaangiften, waarna zij in sommige gevallen tot niet meer dan dertig uren afzakken. De Mount Zion-artsen konden perioden van intense stress vaststellen, gevolgd door perioden van matige en geringe stress. Er konden vergelijkingen worden gemaakt tussen bloedcholesterolspiegels en bloedstollingstijden van elk der proefpersonen. Hiermede beschikten de artsen over hetgeen zij een „fase-onderzoek" noemen: een onderzoek met betrekking tot perioden van zware stress, gevolgd door ontspannen perioden tijdens welke vergelijkingen konden worden gemaakt. Om een zo omstreden medisch vraagstuk als de invloed van vetrijke voeding op de cholesterolspiegel in het bloed te kunnen aanpakken, verzocht men elk van de deelnemende accountants gedurende de kritieke fasen van het onderzoek tot in details aantekening te houden van hun dagelijkse voedselgebruik. Er deden zich geen belangrijke wijzigingen in de voedselconsumptie voor; in feite toonde geen der accountants gedurende de vijf maanden van het onderzoek belangrijke gewichtsverschillen. Zorgvuldig werd het particuliere gemoedsleven van elke deelnemer nagegaan. „Uit de soms delicate en vertrouwelijke feiten welke ons tijdens deze gesprekken werden medegedeeld, leidden wij af dat de deelnemers vrijwel zonder uitzondering alles deden wat in hun vermogen lag om aan deze fase van het onderzoek hun volle medewerking te verlenen" aldus constateerden de Mount Zion-artsen.

De resultaten van het onderzoek waren opzienbarend: de cholesterolspiegel van het bloed steeg tijdens de perioden van zware stress gemiddeld met omstreeks 26%, terwijl de stollings-

tijd bijna gehalveerd was. Volgens de onderzoekers schijnt het bloedcholesterol „een buitengewone gevoeligheid te demonstreren voor emotionele stress van een bijzonder type, omschreven als 'sociaaleconomische stress'. De mogelijke invloeden van gewichtsveranderingen en van eetgewoonten en lichaamsoefeningen werden zorgvuldig nagegaan, waarbij bleek dat de uitwerking van deze factoren in perioden van stress niet noemenswaard verschilde van die tijdens ontspannen perioden. Derhalve moet worden geconcludeerd dat stress op zichzelf de voornaamste oorzaak van de waargenomen wijzigingen in de cholesterolspiegel is".

De Mount Zion-artsen voeren een aantal sterke argumenten aan tegen de theorie, dat vetrijke voeding de enige oorzaak vormt van een hoog bloedcholesterolgehalte. Zij wijzen erop dat vele groepen met lage cholesterolspiegels zoals Afrikaanse Bantoes, Japanse boeren en Zuid-Italianen niet alleen een laag vetgehalte in hun voeding hebben, „maar evenmin zijn blootgesteld aan sociaaleconomische spanningen van de hier beschreven soort". Hoewel de door de Mount Zion-artsen met betrekking tot de stollingstijden van het bloed verkregen resultaten in de op het onderzoek volgende jaren slechts zeer weinig aandacht zouden trekken, beschouwen zij „de versnelde stolling als een mogelijk nog belangrijker fenomeen dan de toeneming van het bloedplasma-cholesterol". Zij leggen er de nadruk op dat zich de laatste halve eeuw bij de Westerse mens geen „significante toeneming" van het bloedcholesterolgehalte of van atherosclerose heeft voorgedaan, maar eerder een toeneming van het aantal bloedstolsels dat de kransslagaderen kan verstoppen.

Als om dit accent op bloedstolsels en bloedstollingstijden nog verder te benadrukken, brengen de Mount Zion-artsen gedetailleerd verslag uit over het geval van een der vrijwillig medewerkende accountants, die op de tweede dag van het onderzoek aan een hartaanval overleed. „Deze proefpersoon, die te vergelijken viel met de andere vennootschapsaccountants in hun januariperiode, was voor zijn aanval minstens een week lang aan zeer zware stress in verband met zijn werk blootgesteld geweest. Een opmerkelijke omstandigheid was dat zijn tandarts ons op de hoogte had gesteld van zijn verbazing over de snelheid waarmede het bloed van deze man op de dag voor zijn overlijden was gestold, nadat de tandarts enkele therapeutische incisies in zijn tandvlees had verricht".

In aansluiting op hun onderzoekingen met de accountants, begonnen de Mount Zion-artsen nu aan een ambitieus projekt van lange adem. In samenwerking met medische teams in

Burbank (Californië) en San Antonio (Texas), trachtten zij er achter te komen of het mogelijk is aan de hand van het gedragspatroon en de persoonlijkheidsstructuur vast te stellen welke mensen de meeste kansen hebben op een hartaanval. Het onderzoek, dat op het moment waarop dit boek wordt geschreven nog niet is afgesloten, omvat meer dan 3500 mannen van middelbare leeftijd in een groot aantal uiteenlopende beroepen. In beginsel kunnen de vrijwilligers in twee persoonlijkheidsgroepen worden ingedeeld: „Gedragspatroon A" dat een groep opgejaagde, hard werkende, naar succes strevende mensen omvat, en „Gedragspatroon B" waaronder de minder opgejaagde, minder ambitieuze mensen ressorteren. Na een interim-onderzoek in 1962 stelden de Mount Zion-artsen en hun medewerkers vast dat 51 van de vrijwilligers sedert het begin van het onderzoek hartaanvallen hadden gehad. Op basis van gedragspatroon-tests hadden de onderzoekers van zesendertig dezer slachtoffers (dat is 71 percent) vastgesteld dat zij aanleg hadden voor een hartaanval; zij waren dan ook ingedeeld in de groep met „Gedragspatroon A". Van de twintig slachtoffers *onder de leeftijd van vijftig jaar* waren er zeventien (dat is omstreeks 85%) als potentiële kanshebbers op een hartaanval geclassificeerd — een zes maal beter resultaat dan bij een willekeurige keuze van willekeurige proefpersonen had mogen worden verwacht. Deze wijze van „turven" moge een beetje cru aandoen, zij levert zeer sprekende bewijzen voor het verband tussen stress en hartaandoeningen!

Het bewijs voor het bestaan van deze relatie is de laatste jaren bij stukjes en beetjes bijeengebracht. Zo ontdekte dr. P. T. Wertlake van de Los Angeles „School of Medical Evangelists" dat de gemiddelde cholesterolspiegels van een groep medische studenten tijdens examenperiodes met 11% plachten te stijgen. Bij een bijzonder moeilijk examen steeg het bloedcholesterolgehalte van een bepaalde student zelfs tot meer dan het dubbele. Soortgelijke resultaten verkregen dr. Caroline Bedill Thomas en dr. Edmond A. Murphy in de examentijd van de medische studenten van de Johns Hopkins Universiteit. Ook heeft men abnormaal hoge bloedcholesterolspiegels aangetroffen bij luchtmachtpersoneel dat aan stress was blootgesteld, bij emotioneel gestoorde patiënten en zelfs bij slapende mensen die door hun dromen in kennelijke opwinding geraakten.

Tot de indrukwekkendste bewijzen voor het verband tussen stress en beschadiging van de bloedvaten behoren de ervaringen met dieren. Puttende uit zijn veertigjarige ervaring met in gevangenschap verblijvende vogels en zoogdieren, concludeert

dr. Herbert L. Ratcliffe van het Zoölogisch Genootschap van Philadelphia dat aderverharding bij dieren niet zozeer het gevolg is van de soort voeding, of van veroudering, dan wel van stress ten gevolge van eenzame opsluiting of van opsluiting met een te groot aantal lotgenoten. Zorgvuldig onderzoek van de vogels en zoogdieren leerde dr. Ratcliffe en zijn medewerkers dat „aantasting van de kransslagaderen een betrekkelijk gewoon verschijnsel werd naarmate de 'overbevolking' van de tuin toenam. Sedert 1950 zijn diverse dieren hieraan gestorven". Bij vroegere studies van de dieren in de tuin bleken „coronaire aandoeningen zich als regel te beperken tot een bejaard dier, dat aan andere oorzaken was gestorven".

Onderzoekers van de Universiteit van Chicago ontdekten dat zij het optreden van atherosclerose bij apen konden variëren door de dieren met tranquilizers en stimulantia te behandelen. Bij dit onderzoek kregen alle apen een dieet dat het bloedcholesterolgehalte verhoogde en atherosclerose bevorderde. Een groep apen kreeg bovendien een gewone tranquilizer, een tweede groep werd regelmatig met ephedrine gestimuleerd en een derde groep kreeg in het geheel geen middelen toegediend. Hoewel de apen dezelfde atherosclerose-bevorderende voeding kregen, trad bij de met tranquilizers gekalmeerde apen de minste atherosclerose op, terwijl deze het meest voorkwam bij de met stimulantia behandelde dieren. Bij de apen die geen geneesmiddelen toegediend hadden gekregen lag de atherosclerose-graad tussen deze beide uitersten.

Mogelijk wel het fascinerendste laboratoriumonderzoek naar het verband tussen stress en verharding van de slagaderen werd in het jaar 1962 voltooid. Een groep wetenschappelijke onderzoekers van het Medische Centrum van de Universiteit van New York had de ziekte met elektronische middelen bij jonge ratten opgewekt. Het experiment vertegenwoordigde een hele krachttoer. Om te beginnen treedt verharding van de slagaderen in het algemeen eerst in de latere levensjaren aan het licht. Alle jonge dieren vertonen meer resistentie tegen de ziekte dan oude dieren. In de tweede plaats blijven ratten als regel vrij van de ziekte, ongeacht hun leeftijd. De onderzoekers wisten echter bij jonge ratten aderverkalking op te wekken door het zenuwstelsel van de dieren te prikkelen. De ziekte werd opgewekt in de aorta — de grote lichaamsslagader, die rechtstreeks aan het hart ontspringt en zich vertakt in alle sekundaire slagaderen van het lichaam. De aorta is bij de mens een plek waar zich veelvuldig vaatziekten ontwikkelen.

De onderzoekers brachten hun merkwaardige experiment ten

uitvoer door draden van kleine radio-ontvangers te verbinden met de zenuw die de elasticiteit van de aorta beheerst. Drie weken lang zonden zij om het kwartier een dertig sekonden aanhoudend radiosignaal naar de ontvangertjes. De signalen prikkelden de zenuw langs elektrische weg, met het gevolg dat de aorta tijdelijk haar elasticiteit verloor en tot een stijve buis werd. Aan het eind van het experiment bleken alle jonge ratten die aan de zenuwprikkeling blootgesteld waren geweest aan aderverkalking (arteriosclerose) te lijden. Een gelijk aantal controledieren werd aan dezelfde onderdelen van de proef onderworpen — met uitzondering van de zenuwprikkeling. Geen van *deze* dieren kreeg aderverkalking.

De onderzoekers leggen er de nadruk op dat het experiment *niet* het overtuigende bewijs levert dat aderverkalking een emotionele basis heeft. Wel wijzen zij erop dat dezelfde zenuw die bij ratten het gedrag van de aorta beïnvloedt, bij de mens door emoties wordt beïnvloed.

EEN KLEIN PROPJE BLOED . . .

Omstreeks tien miljoen Amerikanen lijden aan ziekten van hart en bloedvaten, die verantwoordelijk zijn voor meer dan 50% van het jaarlijkse aantal sterfgevallen in de Verenigde Staten. Vergelijking van de statistieken van stedelijke gebieden met die van het platteland brengt aan het licht dat de sterfte aan ziekten van hart en bloedvaten in de steden het hoogst ligt. In niet tot de zeer grote steden behorende gebieden liggen de cijfers lager, en het laagst zijn zij in plattelandsdistricten. Een door hartspecialisten in het gebied van Chicago op touw gezet onderzoek onthulde bijvoorbeeld dat de sterfte aan ziekten van hart en bloedvaten voor mannen van middelbare leeftijd en ouder, in de grote stad twee tot drie maal hoger ligt dan op het platteland. De Chicago'se artsen trekken sterk in twijfel dat het hogere stedelijke sterftecijfer zou kunnen worden verklaard door verschillen in de diagnoses. Ook vonden zij geen enkel bewijs van „aanmerkelijke verschillen in eetgewoonten in de onderzochte gebieden; niettemin blijken de cijfers op het platteland aanmerkelijk lager te liggen".

Hoewel de meningen over de wijze van interpretatie van de vele mogelijke oorzaken van hart- en vaatziekten uiteenlopen, concentreren hartspecialisten hun onderzoek voornamelijk op voeding, roken, spanningen en lichaamsbeweging. Op de in 1963 gehouden jaarvergadering van de American Heart Association, vatte voorzitter dr. Jeremiah Stamler deze wijze van

benadering samen door hart- en vaatziekten als „industrialisatieziekten" te bestempelen. Hij wees erop dat de overheersing van hart- en vaatziekten in de hoog ontwikkelde industrielanden op hun sociale oorsprong duidt. Zij kunnen door maatschappelijke veranderingen onder controle worden gebracht, in het bijzonder door veranderingen die de levensgewoonten van het individu rechtstreeks beïnvloeden.

Een onderzoek door dr. David M. Spain van het Beth-El Hospital in Brooklyn en door het „Columbia University College of Physicians and Surgeons" leverde een krachtige steun voor deze zienswijze op. Door recente autopsie-rapporten van manlijke inwoners van Brooklyn te vergelijken met die van zo'n twintig of dertig jaar geleden, ontdekten deze artsen een „significante absolute stijging" in de frequentie van coronaire atherosclerose bij de mannen in dit deel van de wereld. Dr. Spain gelooft dat de recente verschuiving naar vetrijke voeding in combinatie met een gebrek aan lichaamsbeweging wel eens de belangrijkste factor zou kunnen blijken bij de voortdurende toeneming van coronaire atherosclerose. Een tweede onderzoek, onder leiding van dr. Henry I. Russek van het U.S. Public Health Service Hospital in New York legt meer de nadruk op stress. Na de vele eerdere studies op het terrein van de hart- en vaatafwijkingen zorgvuldig onder de loep genomen te hebben, begon dr. Russek de theorie aan te hangen dat „emotionele spanningen in verband met het beroep" de ontwikkeling van coronaire hartaandoeningen bevorderen. Hij besloot deze hypothese op de proef te stellen door aan 1000 huidspecialisten en 1000 anesthesisten vragenlijsten te zenden met betrekking tot hart- en vaatafwijkingen. De gedachtengang achter deze keuze van medische specialismen ligt voor de hand: de anesthesist staat veel meer aan acute, stress uitlokkende beroepsmatige belastingen bloot dan de dermatoloog, die zelden met situaties „op leven en dood" wordt geconfronteerd.

De enquête leverde overtuigende bewijzen op voor dr. Russeks stellingen. Een analyse van meer dan 1000 antwoorden bewees duidelijk dat „ziekten van de kransslagaderen zich significant veelvuldiger voordeden bij anesthesisten dan bij dermatologen, en wel in alle onderzochte leeftijdsgroepen tussen 40 en 69 jaar. Onder anesthesisten kwam de ziekte twee-en-eenhalf maal zoveel voor in de groep van 40 tot 49 jaar, drie maal zoveel in de groep van 50 tot 59 jaar, en viermaal zoveel in de leeftijdsgroep van 60 tot 69 jaar". Deze onthullende resultaten moedigden dr. Russek aan zijn onderzoek door middel van vragenlijsten tot andere professionele groepen, waaronder

huisartsen, tandartsen, mondchirurgen en advocaten uit te breiden. In al deze gevallen hadden de beoefenaren van specialismen die een hogere mate van „stress" meebrachten, meer onder coronaire hartaandoeningen te lijden dan degenen met minder zware verantwoordelijkheden. Op grond van deze bevindingen concludeerde dr. Russek dat de enquêtes „steun geven aan de klinische en experimentele studies, die erop wijzen dat daar waar de voeding relatief grote hoeveelheden dierlijk vet bevat, emotionele overbelasting een belangrijke versnellende factor vormt bij de ontwikkeling van atherosclerose".

Men zou zich met reden kunnen afvragen of emotionele stress zoals sommige onderzoekers schijnen te geloven nu wel de *enige* sociale faktor is die het ontstaan van coronaire hartaandoeningen in de hand werkt. In werkelijkheid vormt stress slechts *een* der faktoren. Deze faktor wordt door de stormachtige eisen van het moderne stadsleven versterkt en als het ware „uitvergroot" tot een onmetelijk gecompliceerde invloed. Voor miljoenen mensen betekenen de spanningen van het stadsleven een vorm van zwaar emotioneel letsel, dat elke zenuwvezel in hun lichaam aantast. Een reusachtig aantal in de grote steden wonende Amerikanen leeft op de rand van volslagen hysterie. Geplaagd door maatschappelijke onzekerheid, vernederd door het gedrang van de kudden in de openbare vervoermiddelen en in de grote warenhuizen, dicht opeengepakt in veel te volle woningen, belaagd door het nimmer aflatende gedaver van voertuigen en machines, en gedurende het grootste deel van de werkdag verstard in de monumentale onbeweeglijkheid van een zittend leven — zo stappen de stadsbewoners dikwijls over de rand van de volledige psychose, of klampen zich krampachtig aan die rand vast alvorens volledig weg te zinken. In de straten van de Amerikaanse steden ziet men ontelbare mensen als deze. Sommigen zijn in woedend debat met denkbeeldige tegenstanders gewikkeld; anderen gaan bitter gestemd, met samengeknepen lippen huns weegs, nauwelijks in staat de voortdurend stijgende emotionele druk in hun binnenste de baas te blijven. Zij grijpen naar alles wat een snelle bevrediging schenkt: allerlei gemakken om hun leven te vullen, en vettige zoete hapjes om er hun magen mee vol te stoppen. Zoals de wild snorrende motor van een stilstaande auto, verteren zij vaak zichzelf in een verborgen razernij — tot hun vitale delen onherstelbaar zijn beschadigd. Men kan thans voorspellen dat deze mannen gemiddeld na 66,3 of na 65,8 levensjaren — de statistische finesses lopen van staat tot staat uiteen — plotseling een wurgende pijn in hun borst zullen voelen, gevolgd door een plot-

selinge dood of door een afschuwelijke, chronische invaliditeit. Voor tal van stadsbewoners zijn de grote kerkhoven nog de enige plekken waar zij een beetje rust kunnen vinden. In de lente is het er praktisch groen, 's zomers klinkt er vrolijk vogelgefluit en in alle seizoenen heerst er serene rust. Het zijn plaatsen van stille meditatie voor de levenden en van het einde van alle zorgen voor de doden.

De laatste tijd heeft men op de bijeenkomsten van de American Heart Association kunnen luisteren naar de plechtige persoonsbeschrijving van het „waarschijnlijke slachtoffer" van een coronaire aandoening. De jongste beschrijving van deze aard is opgesteld door dr. William B. Kannel, medewerker aan een uitvoerig onderzoek — de „Framingham Heart Disease Epidemiology Study" — in Massachusetts. Volgens dr. Kannel is het meest waarschijnlijke slachtoffer: *„een oudere man, met verhoogde bloeddruk en een te hoge cholesterolspiegel, die zwaar rookt, een zittend leven lijdt, te veel weegt en zichzelf teveel opjaagt".*

Deze kenschets is karakteristiek voor de opgejaagde, anonieme miljoenen die de stadscentra en de voorsteden van de Amerikaanse „Standard Metropolitan Areas" bevolken. Men vindt ze in de lawaaiige bijenkorven van de kantoorgebouwen van Chicago, in de ratelende sardineblikjes van de ondergrondse van Manhattan, in de gemotoriseerde projectielen op de „freeways" van Los Angeles. Het is een ontnuchterende gedachte dat tenzij *er drastische acties worden ondernomen om het tempo van het Amerikaanse leven te verlagen, meer dan de helft van deze stedelingen voortijdig zal sterven aan een hartverlamming.*

En het merendeel van deze mensen zal de dood vinden door een klein propje bloed, dat zich in de kransslagaderen van het hart nestelt.

10 Zo raakt men de kluts kwijt

MIDTOWN MANHATTAN

Wat is de uitwerking van het leven in een wereldstad op de geestelijke gezondheid?

In het begin van de jaren '50 besloot een briljant psychiater, verbonden aan de medische faculteit van de Cornell Universiteit, dr. Thomas A. C. Rennie, het antwoord op deze vraag te vinden. Na een omvangrijk team van psychiaters, sociologen en vrijwillige enquêteurs rond zich te hebben verzameld, togen dr. Rennie en zijn medewerkers aan het werk in „Midtown Manhattan" – het Yorkville-district van de stad New York. Hun doel: de nauwkeurige ondervraging van een willekeurige groep van bijna 1700 – niet uit Puerto Rico afkomstige – blanke volwassenen in de leeftijd van twintig tot negenenvijftig jaar.

Het was een bijzonder goed opgezette enquête. Bij hun pogingen, mensen van allerlei levensomstandigheden te bereiken, betraden de enquêteurs zowel moderne luxe-appartementen als vervallen huurflats en de karakteristieke sombere oude huizen van bruine zandsteen, om overal de proefpersonen aan de tand te voelen over een groot aantal uiteenlopende psychologische reacties. Zo werden er vragen gesteld over eventuele psychosomatische symptomen, over familie-achtergronden, opvoeding, jeugdangsten, genoten onderwijs, geestelijke instelling en „zorgen". Alle ondervragers waren zorgvuldig getraind om vooral te letten op het belang dat de ondervraagden zelf in het onderzoek stelden, en op hun innerlijke spanningen, alertheid, uiterlijk en kennelijke nerveuze storingen zoals stotteren en tics. Vervolgens werden de verslagen van de gevoerde gesprekken door competente psychiaters ingedeeld naar de ernst van de symptomen welke de betrokkenen vertoonden. Hoewel dr. Rennie in mei 1956 stierf, werd het projekt door zijn medewerkers tot een goed einde gebracht. De resultaten van Rennies projekt, neergelegd in een driedelig rapport waarvan het eerste deel in 1962 werd gepubliceerd, werden door alle commentatoren als „ontstellend" gekenmerkt. Inderdaad waren zij weinig bemoedigend, *want het onderzoek in*

Midtown Manhattan had aan het licht gebracht dat vier van elke vijf ondervraagden symptomen van psychische afwijkingen vertoonden. Ruwweg een op de vier leed aan een zo ernstige neurose, dat zijn dagelijks leven er door werd verstoord.

Natuurlijk brengen deze algemene cijfers het geestelijk lijden in de metropool niet in hun volle omvang aan het licht. Het onderzoek vertoonde verschillende tekortkomingen. Er werd bijvoorbeeld geen poging gedaan de tijdelijke bewoners van hotels en clubs te ondervragen. Zoals dr. Ernest M. Gruenberg, hoogleraar in de psychiatrie aan de Columbia universiteit, in een kritische analyse van het onderzoek opmerkt, zijn er „overvloedige bewijzen" dat deze doortrekkende bevolking „een hoge graad van slechte geestelijke gezondheid vertoont". Dr. Gruenberg wijst er eveneens op dat „de studie diegenen uitsloot, die hun leven slijten in inrichtingen. Dit was een nadeel. Het betekende niet alleen de uitsluiting van de verpleegden in zenuwinrichtingen, maar ook van hen die in gasthuizen voor chronisch zieken, verpleeginrichtingen en gevangenissen verbleven, benevens van diegenen die zich elders in militaire dienst bevonden of kostscholen bezochten". De kans bestaat dus dat de statistieken van mensen met ernstige geestelijke storingen in Midtown Manhattan nog hoger zouden zijn geweest als ook deze groepen bij het onderzoek betrokken waren geweest.* Het Midtown Manhattan-onderzoek toont de onhoudbaarheid van vele algemeen heersende opvattingen over de mate waarin zich disharmonie in het denk- en gevoelsleven pleegt voor te doen. In tegenstelling tot populaire mythen zijn de „onbezorgde armen" noch onbezorgd, noch gelukkig. Volwassenen in de lagere inkomensgroepen lijden in zeer veel hogere mate aan geestelijke moeilijkheden dan mensen met hogere inkomens. De mensen met de laagste inkomens in Midtown Manhattan blijken aan meer psychische spanningen en aan zwaardere geestelijke druk bloot te staan, en veelvuldiger aan emotionele stoornissen te lijden dan degenen die het financieel goed hebben. Deelt men de statistieken

* Dat neemt niet weg dat een gedetailleerde analyse van de cijfers bewijst dat het probleem van de geestesstoornissen in Midtown Manhattan schrikbarende afmetingen heeft aangenomen. Als wij alle leeftijdsgroepen bijeen beschouwen, blijkt 23 percent van de ondervraagden psychisch „gestoord", van uitgesproken „symptoomvorming" tot volledige psychische „ongeschiktheid". Dit schokkend hoge cijfer vertegenwoordigt echter het *gemiddelde* van vier leeftijdsgroepen: 20 tot 29 jaar, 30 tot 39 jaar, 40 tot 49 jaar en 50 tot 59 jaar. Slechts bij jonge volwassenen in de leeftijd van 20 tot 29 jaar bedraagt het percentage „gehandicapten" minder dan 23. Combineert men de resterende leeftijdsgroepen, dan blijkt het gemiddelde dichter bij 26 percent te liggen, en bij de oudste groep, dus die van 50 tot 59 jaar, is het percentage psychisch „gestoorden" 30 percent, of een op de drie inwoners!

van de geestelijke gezondheid in naar het inkomen, dan bewijst het onderzoek dat bijna de helft van alle volwassenen met een inkomen beneden de 2800 dollar (tienduizend gulden) per jaar aan ernstige psychische stoornissen lijdt. In tegenstelling hiermede bedraagt het aantal mensen met geestelijke problemen in de inkomensgroep van 6000 dollar (bijna 22.000 gulden) en hoger slechts een op de acht!

De economisch kwetsbaren vormen het grootste deel van de bevolking van Midtown Manhattan. „Zij zijn wijd verspreid onder de lagere regionen van de witte-boordwerkers, de geschoolde handarbeiders en de hogere salarisgroepen van de half geschoolde fabrieksarbeiders" – aldus dr. Leo Srole en dr. Thomas Langner, die een belangrijk aandeel in de studie hadden. „Het gezinsinkomen, uitgedrukt in dollars van het jaar 1954, beliep in het algemeen 3000 tot 6000 dollar (tussen de 11.000 en 22.000 gulden), hetgeen hen in staat stelde een draaglijk, zij het niet bepaald overvloedig leven te leiden, dat echter geen enkele mogelijkheid openliet een financiële reserve van enige betekenis op te bouwen. Met deze financiële koorddanserij als basis van hun pogingen om zich maatschappelijk staande te houden, leven deze mensen aan de rand van de sociale onzekerheid. Wordt de economische basis van deze levenswijze dan door gezinsmoeilijkheden ondermijnd, dan kan de druk op de geestelijke reserves van de persoonlijkheid inderdaad heel zwaar – om niet te zeggen: katastrofaal worden".

Daarentegen zijn de welgestelden door een veiliger, meer mogelijkheden biedende levenswijze tegen de harde slagen van het menselijke bestaan gepantserd. Zij beschikken over allerlei plezierige zaken die „het ego stimuleren" en daarmede de druk en de spanningen van het dagelijks leven helpen verminderen en verzachten. Het Midtown-onderzoek brengt echter een fascinerend punt naar voren: mensen wier jaarinkomen de 15.000 dollar en hoger begint te naderen, „blijken als groep geen verdere vooruitgang in hun geestelijke gezondheid te boeken". Er schijnt hier ergens een punt te zijn, waar de voordelen van een hoger inkomen worden teniet gedaan door de daarmede gepaard gaande toeneming van geestelijke spanningen en psychische druk. Anders gezegd: *geld vormt geen afdoende compensatie voor de moeite welke men zich moet getroosten om het te verdienen.* Het is duidelijk dat een *laag* inkomen gepaard met economische onzekerheid en uit armelijke omstandigheden voortvloeiende huishoudelijke problemen, de stadsbewoner verschrikkelijk kwetsbaar maken voor de spanningen van het moderne stadsleven; een *hoog* inkomen is echter slechts ten dele bij machte de ongunstige invloed van deze spanningen op de geestelijke gezondheid te doen afnemen.

Volgens de beste schattingen waarover wij beschikken, lijdt ongeveer een op de tien Amerikanen van alle leeftijdsgroepen in zo ernstige mate aan een gestoorde psyche, dat medisch ingrijpen gerechtvaardigd zou zijn. Telken jare wordt omstreeks tien percent van deze enorme aantallen psychisch afwijkende mensen (dat wil zeggen een op de honderd Amerikanen) „ontdekt" en in ziekenhuizen of door particuliere psychiaters behandeld. Het Midtown-onderzoek leert dat het percentage geesteszieken in de drukke woonwijken van Manhattan vermoedelijk veel hoger ligt dan op het ogenblik voor de Verenigde Staten als geheel wordt aangenomen. In feite zouden in Midtown Manhattan van elke duizend mensen tussen 20 en 59 jaar niet minder dan 233 – dat is dus bijna een op de vier! – een psychiatrische behandeling nodig hebben!

Wat denken de Amerikanen zelf van hun geestelijke gezondheid? In 1957 werd een onderzoek naar deze vraag op touw gezet. Een groep geroutineerde enquêteurs van het Survey Research Center van de Universiteit van Michigan legde omstreeks 2500 „typische Amerikanen" de vraag voor, met welke emotionele problemen zij te kampen hadden en hoe zij deze trachtten op te lossen.

Wanneer de door de enquêteurs ondervraagde mensen redelijk representatief geacht mogen worden voor de gehele bevolking, dan piekert ongeveer een kwart van het Amerikaanse volk „zeer veel" of „eigenlijk altijd". In weerwil van de hoge levensstandaard van de Verenigde Staten is financiële onzekerheid de voornaamste bron van dat gepieker – een onzekerheid, die bij mensen van *alle* leeftijden, groepen en achtergronden wordt aangetroffen. De onderzoekers bevonden dat nog niet de helft van de geënquêteerde gehuwden zich als „zeer gelukkig getrouwd" beschouwden, en dat van de „zeer gelukkig gehuwden" meer dan de helft zich als echtgenoot of als echtgenote vond tekortschieten. Bijna 25 percent van de ondervraagden gaven toe dat zij op een gegeven ogenblik van hun volwassen leven „op de rand van een zenuwinstorting" hadden gestaan. De faktoren die het meest tot het ontstaan van deze situatie hadden bijgedragen, waren de dood van een bemind iemand, en zware geestelijke druk als gevolg van een overmaat aan werk en andere zakelijke spanningen.

De enquête poogde niet de *feitelijke* staat van de geestelijke volksgezondheid in de Verenigde Staten vast te leggen, maar slechts *wat de bevolking van haar eigen geestelijke gezondheid denkt.* Het verrassende van het door de Universiteit van Michigan ingestelde onderzoek is, dat zoveel mensen bereid waren te erkennen dat zij met diepgewortelde problemen te kampen hadden.

Een van de sterkste leerstellingen van de moderne psychiatrie is dat wij slechte beoordelaars zijn van ons eigen gedrag en van de ernst van onze persoonlijke psychische moeilijkheden. In het algemeen zijn wij geneigd de tekenen van geestesziekte te onderschatten, en ons te beroemen op een grotere mate van emotionele stabiliteit, geestelijke onafhankelijkheid en karaktervastheid dan wij in werkelijkheid bezitten.

Als een voorbeeld van deze vorm van zelfbedrog kan onze instelling jegens het ouderschap gelden. Het Michigan-rapport constateert voorzichtig dat het buitengewoon moeilijk was om de oprechtheid van de geënquêteerden ten aanzien van hun ouderlijke rol vast te stellen:

> Wat het ouderschap aangaat wordt teveel blaam geworpen op de persoon die geen voldoening vindt in die rol. Toegeven dat men niet gelukkig is als ouder, en zelfs toegeven dat men geen voldoening vindt in die rol, is een erkenning waartoe slechts weinig ouders in onze maatschappij zichzelf kunnen brengen, daar een dergelijke erkenning teveel elementen van zelfverwijt bevat. De overheersende opvatting in onze huidige cultuur is dat de „schuld" aan het feit dat een ouder geen voldoening in de ouderlijke taak vindt, bij die ouder zelf ligt. Het kind wordt door de ouders gevormd („er bestaan geen lastige kinderen, alleen lastige ouders"). Hoewel het ontbreken van voldoening in het huwelijk kan worden toegeschreven aan fouten van de partner of aan bepaalde ongunstige omstandigheden, wordt deze neiging om de schuld op de ander te werpen niet zo gemakkelijk geaccepteerd als het om het ouder-zijn gaat. Bij een proefonderzoek dat aan de enquête voorafging, vroegen wij de deelnemers ons te vertellen van de dingen die hen als ouders dwars zaten en over de mate van satisfactie die zij in hun ouderrol ondervonden. Hoewel er mensen waren die over hun „problemen" met kinderen spraken, verwierpen hun antwoorden unaniem de mogelijkheid, dat zij op de een of andere manier „ongelukkig" waren in hun ouderrol.

De meeste antwoorden waren stereotiep. Wat dit betreft geeft het onderstaande overzicht van het Michigan-onderzoek, samengesteld door de „Joint Commission on Mental Health and Illness" ons een waardevol inzicht in de mate van zelfkennis der betrokkenen:

> Meer dan twee derden van de ondervraagden geloofden dat zij zich op de een of andere positieve wijze van andere mensen onderscheidden. Hun „sterke punten", die de meeste mensen noemen, vallen in de categorie van de stereotiepe deugden; zij beschouwen zichzelf als goede kerkgangers, kostwinners of huisvrouwen. Met andere woorden: zij beoordelen zichzelf in het licht van hun bekwaamheid om hun innerlijke conflicten en persoonlijke problemen de baas te kunnen. Dit wijst erop dat de meesten van ons er in de eerste plaats op uit zijn zich aan de gevestigde gedragsnormen aan te passen, en dat het ons moeilijk valt onze eigen individuele waarden te bepalen en ons daardoor te laten leiden, wanneer deze afwijken van hetgeen onze medemensen van ons verwachten.

EEN AGRARISCHE GEMEENSCHAP

Uit het oogpunt van een enquête naar de geestelijke volksgezondheid is een der grootste problemen waarvoor de wetenschappelijke onderzoeker zich tegenwoordig in de Verenigde Staten gesteld ziet, het vinden van een echte, onbedorven agrarische cultuur, ook al worden duizenden Amerikaanse gemeenten en geografische districten door het Bevolkingsregister als „landelijk" aangemerkt – een term die gewoonlijk wordt vereenzelvigd met „agrarisch". Om als „landelijk" te worden gekwalificeerd behoeft een gemeente of streek van enige omvang slechts minder dan 2500 inwoners te tellen – vooropgesteld dat deze gemeente of streek niet kennelijk tot de „franje" van een grote stad behoort. Het onderscheid tussen „stedelijk" en „landelijk" heeft natuurlijk een duidelijke fysieke betekenis. Zo zullen landelijke gebieden in het algemeen niet gauw geplaagd worden door zware luchtverontreiniging. Akkers en weiden zijn doorgaans ook gemakkelijker toegankelijk voor mensen in kleine gemeenten dan voor stadsbewoners, zodat van plattelandsbewoners kan worden verwacht dat zij hun recreatie vooral buitenshuis vinden. De woningen in landelijke gemeenten zijn als regel ruime particuliere huizen, en deze gemeenten zelf zijn als regel niet overvol.

Toch veranderen deze fysieke verschillen niets aan het feit dat de *psychologische* problemen van de plattelander zeer veel gelijkenis vertonen met die van de stedeling.

De spanningen, de zorgen en de storingen van het gevoelsleven, die door de stad worden opgewekt houden niet plotseling op waar de overvolle stadsstraten plaats maken voor open landwegen. Een belangrijk deel van de plattelandsbevolking van de Verenigde Staten houdt zich bezig met werkzaamheden, die als „stedelijk" moeten worden aangemerkt. Deze mensen voorzien in hun levensonderhoud als fabrieksarbeiders en witte-boordwerkers, als employés in de kleinhandel en in dienstverlenende bedrijven, en veelal als leidende jonge functionarissen in grote plaatselijke firma's. Zo als dr. Jean Gottmann van het „Institute for Advanced Study" in Princeton met betrekking tot de noordoostelijke kuststrook van de Verenigde Staten opmerkt „gaat het oude onderscheid tussen stedelijk en landelijk hier niet meer op. De meeste mensen die in de zogenaamde landelijke streken leven, en die bij recente volkstellingen nog als 'plattelandsbevolking' werden geregistreerd, hebben weinig of niets met de landbouw uit te staan. Gemeten aan de aard van hun belangen en aan hun werk, zijn zij wat men op het platteland 'stadsmensen' pleegt te noemen." Dr. Gottmanns opmerkingen slaan evenzeer op vele andere stre-

ken van de Verenigde Staten. Het zijn de gebieden die samen met het noordoosten zelfs het overgrote deel van de Amerikaanse bevolking omvatten.

De psychologische invasie van het platteland door de stad voltrekt zich langs een aantal voor de hand liggende wegen. De stadsspanningen en de stadszorgen – en de in de stad heersende opvattingen en gewoonten, die de oorzaak zijn van vele van deze emotionele spanningen – dringen tegenwoordig via de massamedia zoals de televisie, de radio, de grote nationale tijdschriften en de film, ook tot de plattelandsgemeenschap door. Deze media, die als regel de „stedelijke" levenswaarden verbreiden, beïnvloeden daarmede de sociale opvattingen, de persoonlijke smaak, de sexuele standaarden en de gezinsverhoudingen op het platteland. Op vrijwel alle niveaus tracht men in de provincie de stereotiepe stedelijke voorbeelden „na te apen", die men op de TV en in de bioscoop ziet en die de kranten vullen met een grote verscheidenheid aan misdaden, zowel door jeugdige als door volwassen delinquenten bedreven.

Zo overweldigend is het culturele leiderschap van de moderne grote stad dat velen in de provincie even bekend zijn met de geografie van een megalopool als New York, als de inwoners van die stad zelf. En vermoedelijk zijn zij beter vertrouwd met Manhattan dan met hun nationale hoofdstad Washington.

Zelfs de landbouwer is niet onberoerd gebleven door de invloeden van de grote stad, hoewel zijn fysieke omgeving sterk kan verschillen van die der stadsbewoners. Zijn werkgewoonten en de dingen waarop hij prijs stelt vertonen grote overeenkomst met die van de stedeling. Het boerenbedrijf heeft de neiging het tempo aan te nemen, dat men in een fabriek of op een druk kantoor zou verwachten. Alleen reeds om zich in de landbouw te kunnen handhaven moet de Amerikaanse boer zwaar investeren in ontelbare mechanische werktuigen en installaties. Hij heeft trekkers en vrachtwagens nodig, een verscheidenheid aan landbouwwerktuigen, schuren, silo's en een welvoorziene bankrekening om hem over de magere jaren heen te helpen. Hij moet zich specialiseren in een bijzondere tak van landbouw. Dit zijn alleen nog maar de voorwaarden voor zijn naakte *bestaan,* dus nog geenszins die voor *succes.* Zijn kansen om de concurrentie van reusachtige coöperatieve bedrijven met duizenden hectaren grond te weerstaan, zijn gering. Hij wordt geplaagd door dezelfde onzekerheden en spanningen die wij in de steden gewoonlijk onder de handeldrijvende middenstand aantreffen.

De invloed van de stad op de provincie stelt de onderzoekers op het terrein van de geestelijke volksgezondheid voor formida-

bele problemen. Om een juiste vergelijking te kunnen trekken tussen de aantallen psychisch gestoorden onder de stedelijke en de plattelandsbevolking, moeten de Amerikaanse onderzoekers zich verre reizen getroosten, op zoek naar uitgesproken „agrarische gemeenschappen" – om dan in vele gevallen tot de ontdekking te komen dat ook hier het gemeenschapsleven sterk wordt beïnvloed door de stad. Zo was bijvoorbeeld omstreeks dezelfde tijd dat de onderzoekers van de Cornell Universiteit een intensieve studie wijdden aan het optreden van geestelijke disharmonie in Midtown Manhattan, een groep van hun collega's onder leiding van dr. Alexander H. Leighton (eveneens van Cornell) bezig met het organiseren van een soortgelijke enquête in een geïsoleerde kuststrook van de Canadese oceaanprovincies, welk gebied met het pseudoniem „Stirling County" werd aangeduid. Het is twijfelachtig of ooit een groep plattelandsgemeenschappen intensiever of op een even voorbeeldige wijze is bestudeerd als „Stirling County". De onderzoekers maakten gebruik van de meest geavanceerde methoden van de sociale psychiatrie; zij maakten een zorgvuldige opzet voor hun arbeid, en toonden een diepgaand inzicht in de gevoelswaarden, de economische problemen, het gezinsleven en de culturele achtergronden van de bevolking in het betrokken gebied. Hun ervaringen zijn neergelegd in twee dikke boekdelen die respectievelijk tot titel dragen: *„People of Cove and Woodlot"* (een sociologische beschrijving van Stirling County) en *„The Character of Danger"* (een rapport over de psychiatrische bevindingen aldaar).

Zorgvuldige bestudering van *„People of Cove and Woodlot"* geeft de lezer echter een goed denkbeeld van de moeilijkheden, die vrijwel elk onderzoek naar de geestelijke gezondheid op het platteland in de war sturen. Geografisch behoort „Stirling County" ongetwijfeld tot het platteland, maar economisch en cultureel is het allesbehalve agrarisch en stabiel. Hoewel het vrijwel volkomen geïsoleerd ligt, is het gebied verdeeld in twee contrasterende culturen: die van de katholieke Fransen, en die van de protestantse Engelsen. De grootste stad – Bristol – is een zeer actief centrum van handel, scheepvaart en industrie. Bijna alle 3000 inwoners van de stad hebben elektriciteit en wasmachines. Ongeveer drie van de vier inwoners bezitten een eigen huis of zijn doende er een aan te schaffen, en meer dan 40 percent bezit een eigen auto. In Lavallee, het welvarendste en vermoedelijk best geïntegreerde Franse dorpje van de streek, komt de landbouw op de tweede plaats van de beroepsbezigheden; de overweldigende meerderheid van de gezinnen verdient het brood in hoofdzaak in houthandelszaken, die als regel familie-eigendom zijn.

Er heeft zich „een sterke migratie afgespeeld onder de jonge mannen van het moderne Lavallee", zo merkten de schrijvers van „*People of Cove and Woodlot*" op. Het gevolg was dat meisjes in de leeftijdsgroep van 20 tot 29 jaar bijna tweemaal zo talrijk waren als mannen van dezelfde leeftijd. Meer dan de helft van de bevolking woonde gedurende het twintigjarige tijdvak voordat de studie begon, niet onafgebroken in het dorp, en bijna 40 percent woonde elders gedurende de laatste tien jaren die aan het onderzoek voorafgingen. Drie buurten in Stirling County vertegenwoordigen wat de schrijvers noemen „De Noodlijdende Gebieden" – in wezen landelijke achterbuurten, met zowel Engelse als Franse bewoners, die er volkomen gedemoraliseerd en in een staat van permanente verwaarlozing hun leven slijten. Niemand behoeft zich er dan ook over te verbazen dat de landelijke bevolking van Stirling County zeer hoge cijfers voor psychische en emotionele problemen te zien geeft, in het bijzonder in „De Noodlijdende Gebieden".

Gelukkig zijn er enkele obscure, weinig bekende agrarische gemeenschappen in de Verenigde Staten die een betere basis vormen voor conclusies inzake de psychische problematiek in stabiele agrarische gemeenschappen. Het intensiefste onderzoek dat ooit in een dergelijke gemeenschap werd verricht, vond plaats in het begin van de jaren '50, toen een groep bij uitstek deskundige onderzoekers een enquête instelde onder de „Hutterite Brethren" (Hüterse Broedergemeente) van de Dakota's, Montana en Alberta in Canada. Volgens dr. Joseph W. Eaton en dr. Robert J. Weil, resp. directeur en psychiater van de met het onderzoek belaste staf, vormen deze „Hutterite Brethren" een „ongebruikelijk menselijk laboratorium – een gemeenschap, wier leden meer dan vier eeuwen van gezamenlijke historie, traditie en geloofsovertuiging delen en die door tal van familiebanden zijn verbonden. Zij leven in het moderne Amerika en ondergaan de invloed van zijn technologie en levenswijze, maar staan daar voldoende los van om een miniatuur autonoom sociaal systeem te vormen".

De historie van de Broedergemeenschap voert terug tot de Reformatie in de zestiende eeuw, toen radikale Wederdoperssecten onder de boeren van Zwitserland en Zuid-Duitsland ontstonden. Vele van deze secten propageerden een terugkeer tot een christelijk concept van gemeenschappelijke eigendom. In tegenstelling tot Anabaptisten zoals Thomas Munzer, die zijn toevlucht nam tot gewelddadige revolutionaire actie tegen de Duitse prinsen, hielden de huidige „Brethren" vast aan de pacifistische filosofie. Terwijl de stormen van de Reformatie en de Boerenoorlogen Duitsland teisterden, organiseerden deze „Broeders" zich in alle

stilte tot landbouwkolonies, die zich baseerden op de gemeenschappelijke eigendom van alle bezit, economische onafhankelijkheid, eenvoud in voeding en recreatie en een bijbelse vorm van patriarchaal gezinsleven. In weerwil van bittere vervolgingen, is de structuur van deze gemeenschappen in de laatste vier eeuwen slechts zeer weinig veranderd. De gemeenschappen van de Hutteriten vertegenwoordigen de meest geslaagde pogingen tot een christelijk communisme en een patriarchale democratie in de moderne geschiedenis. „Deze mensen verlangen van de gemeenschap dat deze een grote verantwoordelijkheid voor elk van haar leden op zich neemt", aldus merken Eaton en Weil op. „Het is de gemeenschap die hun kleding verschaft, iedereen van zakgeld voorziet en de boeten op verkeersovertredingen betaalt. Er worden geen lonen uitbetaald. Van elkeen wordt verwacht dat hij zich naar vermogen inspant. Ieder nuttigt zijn maaltijden in de gemeenschappelijke eetzaal; maaltijden, die bij toerbeurt door telkens andere vrouwen worden toebereid. In geval van ziekte betaalt de gemeenschap alle noodzakelijke medische hulp. Bij overlijden van een manlijk lid van de gemeenschap behoeven noch de weduwe, noch anderen die van hem afhankelijk zijn, zich financiële zorgen te maken; *het verlies van een kostwinner betekent nimmer het verlies van de kost*".

De Broeders leven in kleine, zich grotendeels zelf bedruipende landbouwkolonies, die elk zestien familie-eenheden omvatten. Hoewel het sociale leven zich langs patriarchale lijnen afspeelt, – alleen de mannen hebben stemrecht – worden omstreden aangelegenheden, die de gehele gemeenschap raken, als regel zowel door de mannen als door de vrouwen langdurig informeel besproken, aldus Eaton en Weil. „In geval van sterke oppositie, zelfs als die van een vrouwelijke minderheid komt, worden besluiten niet dikwijls doorgedreven. Er wordt meer geregeerd bij algemene overeenstemming dan door macht".

Deze menselijke, gemoedelijke informaliteit manifesteert zich in vrijwel alle sociale relaties tussen de Broeders en Zusters. „Van niemand wordt geëist dat hij zich inspant tot boven de grens van hetgeen hij zelf als de limiet van zijn kunnen beschouwt", merken Eaton en Weil op. „Doe je best" is hier geen uit naijver geboren leuze, maar een vanzelfsprekend kenmerk van het gehele gemeenschapsleven. En de Broeders doen erg goed hun best – zodat hun resultaten, zelfs aan Amerikaanse standaarden van „succes" gemeten, voortreffelijk moeten worden geacht. Economisch zijn de Hutteriten-kolonies in uitstekende conditie. Sedert hun aankomst in de jaren na 1870 hebben deze kolonies zich van vier tot bijna honderd uitgebreid en hun bevolking bedraagt nu omstreeks tien-

duizend leden. Hun groei is vrijwel uitsluitend toe te schrijven aan hun natuurlijke vruchtbaarheid. De „Hutterite Brethren" zijn geen secte die volgelingen probeert te maken; zij trachten niet de aanhang van „buitenstaanders" te verkrijgen. Zij vormen een welomlijnde cultuur, een zeer homogene sociale groep, die niet alleen door religieuze banden, doch ook door een gemeenschappelijke Germaanse taal, een lange historische traditie en een opmerkelijk onvermengde etnische achtergrond is verbonden. Toen Eaton en Weil hun enquête begonnen, troffen zij in de gehele secte slechts vijftien familienamen aan. Drie namen – Hofer, Waldner en Wipf – omvatten bijna de helft van alle gezinnen. Het is dus een grove fout om het lidmaatschap van de Broedergemeente slechts te beschouwen als het produkt van geloofsijver en fanatisme. Zoals Eaton en Weil beklemtonen: „Als regel worden de mensen niet tot het geloof der Hutteriten bekeerd; zij worden *door hun geboorte* automatisch lid van deze gemeenschap".

Men dient hier in het oog te houden dat dit geloof niet de starre gehoorzaamheid eist die men bijvoorbeeld bij de Amish boeren van Pennsylvanië aantreft. De Hutteriten trachten met tal van veranderingen in het moderne leven mee te gaan. Hoewel zij in hun kleding aan de uiterste eenvoud vasthouden en de mannen indrukwekkende patriarchale baarden blijven dragen, hebben de Broeders geleidelijk veel van de Amerikaanse landbouwkundige technologie en van de vele gemakken van het machinale tijdperk geabsorbeerd. De kolonies zijn gemoderniseerd en geëlektrificeerd. De Broeders bespreken hun landbouwproblemen gaarne met de plaatselijke deskundige, en hun medische problemen met de plaatselijke artsen. Maar zij hebben zich bevrijd van de geestelijke spanningen, de angsten en de onzekerheden, waarvan het moderne Amerikaanse stadsleven doortrokken is. Eaton en Weil constateerden dat er onder de door hen bestudeerde mensen „vrijwel geen bezorgdheid" heerste. „Even zeldzaam, of zelfs volkomen afwezig, waren ernstige misdaden, echtscheidingen en andere vormen van sociale desorganisatie", aldus de beide onderzoekers.

Wat nu omtrent het onderzoek zelf en de daarmede opgedane ervaringen? Het Hutteriten-onderzoek, gesteund door een financiële bijdrage van het Nationale Instituut voor de Geestelijke Volksgezondheid, besloeg een groot deel van de bevolking van vijftien jaar en ouder. Bijna negenduizend leden van de gemeenschap werden onderzocht op mogelijke psychische afwijkingen, en tweeduizend hunner werden zorgvuldig ondervraagd door een staf, bestaande uit een socioloog, twee psychologen, een psychiater en een groep goed onderlegde assistenten. Van omstreeks negentig Hutteritenkolonies werden er negentien dermate inten-

sief bestudeerd, dat de wetenschappelijke staf overtuigd was dat geen enkel geval van gebrekkige geestelijke gezondheid onontdekt had kunnen blijven. Alle diagnoses werden in de zomer van 1951 door de psychiater gesteld en nog twee maal daarna – in de herfst van 1951 en in de zomer van 1952 – opnieuw onder de loep genomen. Het Hutteriten-onderzoek kan dan ook terecht worden aangemerkt als een der meest intensieve enquêtes naar de geestelijke gezondheid die ooit in een evenwichtige, sociaal beschermde agrarische gemeenschap werden gehouden.

Alvorens de resultaten van het Midtown Manhattan-onderzoek met dat van de „Hutterite Brethren" te vergelijken, dient er de nadruk op te worden gelegd dat de beide researchteams uiteenlopende methoden ter omlijning van het begrip „geestelijke gezondheid" toepasten. De Cornell-groep concentreerde zich voornamelijk op de *symptomen* van de onderzochte personen, ten einde aan de hand daarvan de bewijzen van geestelijke stoornissen te vinden, al konden die misschien in diverse gevallen moeilijk als conventionele, welomlijnde ziektebeelden worden aangemerkt. Zij hielden zich kort gezegd met uiteenlopende *graden* van slechte geestelijke gezondheid bezig, en zij deelden deze in als „goed", „lichte symptomen", „matige symptomen" en „ernstige symptomen", waarbij zij buiten beschouwing lieten of deze nu al dan niet een bepaald, welomschreven ziektebeeld vertegenwoordigden. Eaton en Weil daarentegen waren op zoek naar *bepaalde geestesziekten,* de z.g. psychosen (schizofrenie, manisch-depressieve reacties, hersenafwijkingen) en naar neurosen, zwakzinnigheid, epilepsie en storingen in de persoonlijkheidsstructuur. Het is niettemin zeer onwaarschijnlijk dat het verschil in werkmethoden grote verschillen in de eindresultaten zou hebben opgeleverd. Hoewel de mogelijkheid bestaat dat elk der beide researchteams bepaalde omstandigheden, afwijkingen of stoornissen buiten beschouwing liet welke de andere groep *wel* in haar onderzoek opnam, hielden Eaton en Weil zich niet alleen met een beperkt aantal *psychotische* patiënten bezig, maar evenzeer met *neurotici* en met mensen die „het met zichzelf te kwaad hadden". En het zijn juist de mensen met *deze* aandoeningen, die waarschijnlijk de grote meerderheid vormden van de zenuwzieke, overspannen lieden die in het Midtown Manhattan-onderzoek in de groepen met lichte en matige symptomen waren ingedeeld.

De verschillen in de uitkomsten van de beide enquêtes leveren een zeer opmerkelijk bewijs van het verschil in geestelijke gezondheid tussen sterk verstedelijkte gebieden en de weinige afgezonderde agrarisch-stabiele gebieden die ons in de huidige wereld nog resten. Zoals hiervoor opgemerkt, vertoonden bij het Midtown

Manhattan-onderzoek vier van elke vijf mensen tussen de 20 en de 59 jaar symptomen van psychische stoornissen, variërend tussen licht en ernstig. Bij de enquête onder de „Hutterite Brethren" welke mensen van 15 jaar en ouder omvatte, bleken nog geen drie op de honderd onderzochten aan geestelijke of emotionele stoornissen of ziekten te lijden. Zeer waarschijnlijk moeten deze verschillen worden toegeschreven aan het fundamentele verschil in levenswijze. „De aanwezigheid van belangrijke positieve, de geestelijke gezondheid *bevorderende* elementen, kan worden afgeleid uit het feit dat meer dan 97 van elke 100 in 1957 levende Hutteriten nooit ernstige geestelijke moeilijkheden hadden", aldus Eaton en Weil. „De meeste leden van de secte gaven blijk van een goede persoonlijke aanpassing aan de omstandigheden, gedicteerd door hun lichamelijke gezondheidstoestand, hun psychologische behoeften en hun levenswijze".

Er is natuurlijk voor de moderne stadsmens geen aanleiding om lid te worden van een religieuze secte of een patriarchale gemeenschap met het doel de solidariteit en de geborgenheid te bereiken die men in de Broedergemeenschappen aantreft. Sociale stabiliteit en culturele integratie laten zich zeer wel verenigen met de hoogste doelstellingen van het stadsleven – zoals onderlinge samenwerking verenigbaar is met een democratische maatschappijvorm en met de ontwikkeling van de menselijke individualiteit. De zaak is echter dat de stedelijke ontwikkeling nog bij lange na niet voltooid is. De stad moet nog steeds de levensvormen ontdekken die een harmonieus samengaan tussen landbouw en industrie, lichamelijke en geestelijke arbeid, sociale homogeniteit en culturele verscheidenheid mogelijk moeten maken. De boodschap van de Broedergemeenschap is geen andere dan dat de mens zijn geestelijke gezondheid kan bewaren als hij solidariteit en stabiliteit weer hun plaats geeft in de menselijke gemeenschap.

Wat ons ontbreekt is niet geloofsijver, maar verbeeldingskracht – de verbeeldingskracht om de hulpbronnen van de stad in dienst van de mens te stellen. Zoals professor John W. Dyckman van de Universiteit van Pennsylvanië nadrukkelijk constateert, zijn wij zeer wel in staat steden te stichten, die nog slechts weinig rechtstreeks verband houden met de traditionele economische krachten, zoals markten en handelsbelangen – de faktoren die in het verleden de stedelijke ontwikkeling inluidden, en deze vaak afschuwelijk vervormden. De nieuw gestichte hoofdstad Brasilia ligt bijvoorbeeld ver van de dichtbevolkte commerciële gebieden van Brazilië en vormt een symbool van de inspanningen, welke dit land zich getroost om door te dringen in de uitgestrektheid van zijn wildernissen. „Wanneer het in onze tijd mogelijk is steden te

bouwen die symbolen vormen van de nationale aspiraties van landen, die naar Amerikaanse maatstaven gemeten arm zijn", aldus professor Dyckman, „is de gedachte niet zo dwaas dat wij steden zouden kunnen bouwen die aan onze huidige behoeften en aan onze praktische verlangens tegemoet komen. Utopische denkbeelden verdienen hun plaats in deze gedachtengang, niet alleen omdat zij de consequenties duidelijk maken van ons eventueel falen om de huidige koers om te buigen, maar ook omdat zij kunnen aangeven hoe het dan *wel* zou kunnen . . ."

11 De verstarde stedeling

DE STAD ALS KOOI

Tot voor kort was de bijl in Amerika het authentieke symbool van bedrijvigheid. Amerika's geschiedenis is vol bijlenverhalen; George Washington kapte een kerseboom met een bijl en wat de jonge Abraham Lincoln betreft, die stelt men zich graag voor als een lange, slungelige jongeman, bezig met zijn bijl enorme boomstammen te splijten. In het Verre Westen hoor je nog de legenden van Paul Bunyan, die, gewapend met een bijl, de nationale wouden omhakte en daarbij ook nog „Babe, de Blauwe Os" verzorgde – een dier dat tussen zijn horens „tweeënveertig bijlstelen en een tabakspruim" mat.

Maar ook dit symbool verliest tegenwoordig al evenzeer zijn betekenis als de gespierde eeuw welke het eens representeerde. In ons gemotoriseerde, gemechaniseerde, verchroomde stadsleven gebruiken de Amerikanen steeds minder bijlen – en spieren. Wij mogen dan geestelijk overbelast zijn, – de vorstelijke afwezigheid van lichamelijke inspanning in de levens van de meesten onzer zou een decadente aristocratie van afgunst hebben vervuld.

„Een analyse van ons dagelijks leven" – aldus dr. Hans Kraus en dr. Wilhelm Raab – „toont dat de actieve functie van onze spieren stap voor stap is overgenomen door arbeidsbesparende toestellen. Wij lopen niet, wij rijden; wij klimmen geen trappen, maar gebruiken de lift; wij tillen geen zware voorwerpen meer, maar gebruiken toestellen die dat voor ons doen. De meeste huishoudelijke karweitjes die vroeger een zekere mate van fysieke inspanning vereisten, zijn door machines overgenomen. Wij maaien onze grasvelden niet meer door er een grasmaaimachine over te duwen, want ook die is gemotoriseerd. Wij hebben drukknopverwarming, stofzuigers en afwasmachines. Om kort te gaan: wij bewegen ons in het geheel niet meer!"

Mocht iemand door de strekking van deze passage gealarmeerd zijn, dan dient hij wel te bedenken dat Kraus en Raab twee zeer geziene wetenschappelijke onderzoekers op het terrein van de medische orthopedie zijn en dat zij niets tegen arbeidsbesparende

toestellen hebben. Zij proberen niet de mensheid ertoe te brengen weer tot het wasbord, de bijl of andere primitieve werkmethoden terug te keren. Zij proberen niet de klok van de technologie terug te draaien. Zij schreven weliswaar een boek dat ons te denken geeft *(„Hypokinetische Ziekteverschijnselen")* * – een technische discussie over de aandoeningen die door een tekort aan lichaamsbeweging worden veroorzaakt, maar in dat boek vindt men nergens een zijdelingse uitval naar motorzagen of gemotoriseerde grasmaaimachines. Wel zijn de beide artsen ernstig verontrust over de aanwijzingen, dat het Amerikaanse volk en in het bijzonder de jeugd, lichamelijk in een zeer slechte conditie komt te verkeren. En, wat nog bedenkelijker is, dat er een nauw verband blijkt te bestaan tussen een „zittend leven" en de toeneming van chronische ziekten.

„Terwijl de ouderen, die meer gewend zijn aan lichamelijke inspanning, veelal blijven vasthouden aan wandelen en andere vormen van lichaamsbeweging, wordt de jongere generatie opgevoed op een wijze, die de vorming van gewoonten als deze vrijwel uitsluit" – aldus de schrijvers. „Van de wieg tot de babybox, de kinderwagen, het TV-toestel en de schoolbus worden de Amerikaanse kinderen opgevoed als een zittend, vanaf de eerste levensdag 'getemd' ras. Hun van de aanvang af toch al beperkte lichamelijke activiteit wordt nimmer aangemoedigd. Onze geestelijke instelling van de laatste tientallen jaren, waarbij lichamelijke inspanning eigenlijk als iets verwerpelijks wordt beschouwd, heeft er toe bijgedragen onze jeugd geheel en al tot een *zittende* jeugd te maken." (Ook in Nederland worden van medische zijde steeds meer klachten vernomen over achteruitgang van de lichamelijke conditie van de jeugd, hetgeen o.m. tot uiting komt bij de keuringen voor de dienstplicht. De schoolbus is in het fietsende Nederland met zijn als regel kleinere afstanden vrijwel onbekend en bij ons dan ook niet de „bedreiging" die zij in Amerika vormt; hetgeen niet kan worden gezegd van de bromfiets.)

Het gaat hier niet om klakkeloze beweringen. Dr. Kraus is er met diverse groepen medewerkers persoonlijk op uit getrokken om zowel in de Verenigde Staten als in Europa de lichamelijke conditie van kinderen in de leeftijd van zes tot zestien jaar te bestuderen. Hij begon met meer dan 4000 kinderen in kleine Amerikaanse steden en randgemeenten op lichaamskracht en spiersoepelheid te onderzoeken. Het resultaat van dit onderzoek was, om met dr. Kraus te spreken, „nogal droevig". Bijna 60 percent van de kinderen, d.w.z. drie van de vijf, voldeed zelfs niet aan de

* *„Hypokinetic Disease".*

minimale eisen van spierontwikkeling, zoals die tot uiting komen in het begrip „goede lichaamsconditie”. Dit wierp een verontrustende vraag op: hoe was het mogelijk dat als „normaal' beschouwde kinderen in meerderheid „abnormaal” bleken in de zin van het onderzoek? Had men de eisen te hoog gesteld? Het was een vraag, die steeds meer begon te klemmen toen ook andere studies, op massale schaal ter hand genomen door de YMCA en door onafhankelijke onderzoekers die zich van dezelfde methodiek bedienden, als regel eveneens een bedroevend hoog percentage uitvallers bleken op te leveren.

Twijfelend aan de waarde van hun proeven, besloten dr. Kraus en zijn medewerkers ook kinderen te gaan testen in landen die weliswaar cultureel een vooraanstaande plaats innamen, maar waar de mechanisatie minder ver was voortgeschreden. Uit deze proeven, uitgevoerd in Zwitserland, Oostenrijk en Italië, bleek dat het percentage kinderen dat niet aan de gestelde eisen voldeed nooit hoger lag dan 8 à 9 en dat nooit meer dan 2 % van deze kinderen tekortschoot in lichaamskracht – terwijl dit laatste percentage in de Verenigde Staten tussen de 25 en 30 bedroeg! Het cijfer 2 manifesteert zich bovendien alleen bij de proeven met Italiaanse kinderen. In geheel Zwitserland en Oostenrijk schoot amper een half percent van de kinderen in lichaamskracht tekort!

„Deze vergelijking was nodig” – aldus Kraus en Raab – „om duidelijk te maken dat *de buitensporige lichamelijke tekortkomingen van het Amerikaanse kind* niet als normaal mogen worden aanvaard.” De verleiding om de normen voor een goede lichaamsconditie te verlagen, is zeer groot. De beide artsen waarschuwen het Amerikaanse volk dat dit „als normaal is gaan accepteren, wat nog slechts een eeuw geleden als beneden de norm, abnormaal of zelfs als ziek zou kunnen zijn aangemerkt.” Gelaten accepteren de Amerikanen het feit dat mannen en vrouwen van tegen de veertig niet meer hard kunnen lopen, een te hoog lichaamsgewicht hebben, „op hun hart moeten passen”, op dieet moeten leven en een heel assortiment kleinere en grotere orthopedische klachten hebben. Even gelaten aanvaarden zij, dat zij onder nerveuze spanningen leven, en dat deze spanningen een weerslag hebben op hun lichamelijke conditie. En met dezelfde berusting accepteren zij dat „babyvet” overgaat in „tienervet” en „tienervet” in „volwassen lichaamsvet”.

Theoretisch weerspiegelt het nationale beeld van de Amerikaan zich in figuren als Daniel Boone, Davey Crockett en Buffalo Bill – de onversaagde, op zichzelf aangewezen mannen die aan de grenzen van de beschaafde wereld leefden en die zich in moed, spierkracht en behendigheid moesten meten met een assortiment

dikbuikige boosdoeners. Maar in werkelijkheid zijn de Amerikanen niet alleen op weg even dikbuikig te worden als de bandieten in hun droomwereldje, maar bovendien aanmerkelijk onbeweeglijker. Er gaapt een diepe kloof tussen het nationale „image" zoals dat op de Amerikaanse TV-schermen wordt gepresenteerd, en de bewegingloze toeschouwer die in het werkelijke leven tientallen arbeidsbesparende toestellen aanschaft om het gebruik van zijn spieren zoveel mogelijk te vermijden. Terwijl men de TV-acteurs een goed honorarium betaalt om de dikbuikige boeven te lijf te gaan, hangt de gemiddelde burger breeduit in een stoel die hem slechts een minimale activiteit toestaat, waarbij hij op zijn zoutjes knabbelt en aan zijn drankje nipt. De kloof tussen het nationale imago en de werkelijkheid is zich al generaties lang aan het verbreden, maar heeft zelden zo moeilijk te overbruggen geschenen als in de afgelopen twintig jaren!

Een van de oorzaken hiervan is dat de moderne stad elke vorm van lichaamsbeweging – zelfs van matige lichaamsbeweging – totaal ontmoedigt. „In onze beschaafde steden leiden wij het leven van gekooide dieren", verklaren Kraus en Raab. „Wij hebben geen bewegingsvrijheid meer en geen mogelijkheden om op uitwendige prikkels te reageren". Het leven van de stedeling is letterlijk verkrampt en verwrongen door een voortdurend tekort aan ruimte. Er is geen ruimte om eens flink de benen te strekken en eens echt goed zijn spieren te gebruiken. Ruimte is kostbaar; men moet er spaarzaam mee omspringen, en dat gaat vaak gepaard met een volledig voorbijzien aan menselijke behoeften. Tijd is kostbaar; men moet er zuinig mee zijn, met het gevolg dat het werk zo gespecialiseerd wordt en dermate op tijdsbesparing ingesteld, dat men de hele werkdag lang slechts enkele spieren van het lichaam behoeft te gebruiken. Vormen van arbeid, die eenmaal alle lichamelijke en geestelijke reserves opeisten die de enkeling kon opbrengen, zijn vervangen door in hoofdzaak zittend werk dat slechts enkele delen van het lichaam belast, zoals de ogen en de vingers. De rest van het spierstelsel wordt niet meer gebruikt en krijgt neiging te verschrompelen (inactiviteitsatrofie).

Dagelijkse lichaamsoefeningen vormen in de moderne grote stad een vrijwel onmogelijke zaak. De arbeidsplaats ligt als regel zo ver van de woonwijken, dat de stedeling wel gedwongen is van de een of andere vorm van openbaar vervoer gebruik te maken om zich naar zijn werk te begeven. De opstoppingen in de zakenwijken, de frustrerende warwinkel van mensen en motorvoertuigen, en de onooglijkheid van de meeste van zijn steden weerhouden de Amerikaanse stedeling de straat op te gaan als dat niet beslist noodzakelijk is. De enige toevluchtsoorden die nog voor

hem open staan – de openbare parken – zijn ofwel ontworpen voor „zittende recreatie" ofwel voor zeer inspannende vormen van sportbeoefening. Bankjes noden de stedeling tot zitten; sportvelden sporen hem aan zich overmatig in te spannen. Maar beide zijn hoe dan ook als regel zo vol dat hij al blij mag zijn als hij een ogenblikje eenzaamheid vindt, dat wil zeggen een ogenblik respijt van een bedompte, overvolle flat, kantoor of fabriek. Overal wordt hij geconfronteerd met onmenselijk, afstotend beton – niet alleen op straat, maar ook in de parken. Fietsen – een zeer aanbevelenswaardige vorm van lichte lichaamsoefening, die in vele Europese steden nog een bloeiend bestaan leidt, is in de niet op fietsen ingestelde Amerikaanse steden beslist gevaarlijk. Zelfs jonge mensen moeten in Amerika het fietsen opgeven, omdat het verkeer eenvoudig geen ruimte laat om er hun voertuigen met een redelijke mate van veiligheid doorheen te loodsen. Vormen van lichaamsoefening die eens gemeengoed waren, zoals hardlopen, zijn zo zeldzaam geworden dat iedereen die zijn tempo tot boven dat van het gebruikelijke gesjok opvoert, naar alle waarschijnlijkheid consternatie onder zijn mede-voetgangers verwekt: zij veronderstellen dat hij ofwel iemand achterna zit – in welk geval er ergens een misdrijf moet zijn gepleegd – ofwel dat hij niet goed snik is, in welk geval hij zich de reputatie van excentriciteit verwerft. In zakenwijken *lopen* volwassenen nu eenmaal niet hard – tenzij zij een bus, tram of trein trachten te halen. De kans is zelfs groot dat vele volwassenen niet meer in staat zijn verder dan twee huizenblokken hard te lopen zonder van uitputting ineen te zijgen.

Er zijn de laatste jaren diverse boeken verschenen waarin de betekenis van lichamelijke activiteit wordt verkleind. Dit is een troost voor de stedeling, die elke ochtend opnieuw met zijn schoenveters en zijn boordeknoopje overhoop ligt. Maar het dogma is haast even oud als de tovenarij. Ook stuit men tegenwoordig nogal eens op de bewering, dat lichamelijke inspanning *„slecht voor het hart"* is – maar zoals wij zullen zien is ook dit een puur verzinsel. Populair is voorts de theorie dat mannen van middelbare leeftijd hun lichamelijke activiteiten moeten verminderen. Ook met deze bewering zullen wij verderop afrekenen. De geraffineerdste rationalisering van de onbeweeglijkheid verhult zich in de regel in een vraag: „wat *is* eigenlijk lichamelijke fitheid? Voor *wat* zou een mens fit moeten zijn? Het is immers voor een ieder duidelijk dat wij een nieuwe stedelijke beschaving hebben geschapen, waarin de mens slechts zeer weinig energie nodig heeft om te leven en waarin hij zich kan verheugen in het comfort van een vegetatief bestaan. Als het dan niet per se *nodig* is onze spieren te gebruiken, waarom zouden we dan trachten ze tot ontwikkeling te brengen?"

Zowel de vragen als de antwoorden zijn subtiel; zij dragen het aureool „modern" te zijn, en suggereren de stedeling dat hij „bij de tijd" is als hij zijn musculatuur ondergeschikt maakt aan machines en toestellen.

Dr. Kraus en dr. Raab hebben deze vragen op bewonderenswaardige wijze beantwoord. Esthetische en culturele overwegingen terzijde latend, geven zij een voortreffelijk antwoord op de vraag: „fit voor wat?" Hun antwoord luidt: *„fit genoeg om te leven zonder overdreven kans op ziekten ten gevolge van gebrek aan lichaamsbeweging."* Want de bewijzen stapelen zich tegenwoordig op, dat het ontbreken van voldoende lichamelijke activiteit een belangrijke faktor is bij het ontstaan van de voornaamste chronische aandoeningen van onze tijd.

DE DOOD OP DE UITRIT

Als er *iets* geëigend is het geloof van de stedeling in het nut van lichamelijke inspanningen te schokken, dan is het wel het overlijdensbericht van de 57-jarige John Doakes, die terwijl hij bezig was de sneeuw van de uitrit voor zijn garage weg te scheppen, plotseling ineenzakte en aan een hartaanval overleed. Na elke sneeuwstorm verschijnen er verhalen als deze in de Amerikaanse kranten, en talloze mannen van middelbare leeftijd die garages en uitritten naast hun woningen hebben krijgen er nachtmerries van. Wat zo'n overlijdensbericht er nooit bij vertelt, is dat de heer Doakes tientallen jaren lang een zittend leven had geleid, dat hij zittend zijn ontspanning genoot (nu en dan afgewisseld met een spelletje ping pong of een rondje golf), dat hij te zwaar was, dat hij voortdurend adem te kort kwam, en dat hij onlangs had geklaagd over „een zwaar gevoel" in zijn middenrif, dat volgens zijn eigen diagnose „een lichte indigestie" moest zijn. Misschien heeft de heer Doakes het nooit geweten, maar zijn hart was al ziek. Door duidelijke aanwijzingen van een hartaandoening zoals moeizame ademhaling en hardnekkige pijn in de borst te negeren, gedroeg hij zich in de sneeuw van die uitrit als het koortsige slachtoffer van een longontsteking dat een duik in een ijskoud bad neemt. Het is zeer wel mogelijk dat de heer Doakes in feite zijn overlijdensbericht reeds weken eerder zelf schreef toen hij verzuimde zijn huisarts te consulteren. Het sneeuwruimen op zijn uitrit bracht slechts – onder bijzonder riskante omstandigheden – de hartaanval nader, die toch al op komst was.

Hiermede wil niet gezegd zijn dat een man die het grootste deel van zijn werkzame leven in achterovergeleunde houding heeft zitten knikkebollen achter een schrijfbureau, om zich vervolgens

in zijn vrije uren zo snel mogelijk in een luie stoel te nestelen, nu plotseling in inspannende activiteiten moet uitbarsten, aangezien hij geen moeite heeft met zijn ademhaling en hij ook geen pijn in zijn borst voelt. Een ongeoefend iemand moet – in het bijzonder wanneer hij de middelbare leeftijd heeft bereikt – met voorzichtige lichaamsoefeningen beginnen en zorgvuldig oververmoeidheid vermijden. De meest aanbevelenswaardige vorm van lichaamsoefeningen voor volwassenen met een zittend leven, is een *dagelijkse* wandeling, later gevolg door *dagelijkse* lichte gymnastiek, die binnen de grenzen blijft van hetgeen de persoon in kwestie lichamelijk aankan. Let op de nadruk op het *„dagelijks"*. Onregelmatig bedreven atletiek, in het bijzonder inspannende takken van wedstrijdsport, kan bijzonder schadelijk zijn als het lichaam er niet heel zorgvuldig op voorbereid is door een geleidelijk omvangrijker wordend programma van lichte oefeningen. Naarmate de wandelingen in lengte toenemen en de lichaamsoefeningen zwaarder worden, kan de volwassene van middelbare leeftijd zijn doelen wat hoger beginnen te stellen en aan atletische activiteiten gaan deelnemen, vooropgesteld dat deze door een arts aan zijn lichaamsgewicht, uithoudingsvermogen en persoonlijke behoeften zijn aangepast.

In tegenstelling tot de algemeen verbreide opvatting doet slechts een zeer klein percentage van de hartaanvallen zich voor tijdens inspannende bezigheden, namelijk nog geen 2 percent! Veel groter – omstreeks 50 percent – is het aantal hartaanvallen tijdens de slaap of tijdens een rustperiode. Hoewel niemand uit deze percentages mag afleiden dat slaap of rust bevorderlijk zijn voor hartaanvallen, kan men de vraag stellen over welke bewijzen wij beschikken dat lichaamsoefeningen helpen een gaaf en gezond hart in stand te houden. Deze bewijzen zijn inderdaad niet absoluut – maar zij zijn wel overtuigend genoeg om een nieuwe instelling jegens onze lichamelijke activiteit te rechtvaardigen, zowel als maatregel ter *voorkoming* van hartaandoeningen als ter revalidatie van hen die reeds een hartaandoening hebben.

De vroegste pogingen om een eventueel verband tussen hartziekten en verschillende vormen van arbeid vast te stellen, werden in de jaren dertig door dr. O. F. Hedley gedaan. Tot dat tijdstip bestond er geen systematisch bijeengebrachte statistische informatie met betrekking tot dit vraagstuk. Dr. Hedley analyseerde meer dan 5000 gevallen van dodelijk verlopen coronaire hartaandoeningen in het gebied van Philadelphia, en vergeleek de sterfte onder de oudere beoefenaren van de vrije beroepen, managers en kantoorbedienden met die onder de in de industrie werkzame beroepsbevolking. De cijfers hadden betrekking op mannen

van middelbare en hogere leeftijd, en zij wezen erop dat de sterfte aan hartziekten bij mensen met zittend werk anderhalf maal zo hoog lag. De resultaten van dr. Hedley's baanbrekende studie werden op spectaculaire wijze bevestigd door een Canadees onderzoek, dat uitwees dat de sterfte aan hartaanvallen onder rechters, advocaten en leidende figuren in het bedrijfsleven boven de 45-jarige leeftijd zes maal zo hoog lag als bij landbouwers, mijnwerkers en industrie-arbeiders in vergelijkbare leeftijdsgroepen. Kort daarna ontdekten dr. J. A. Ryle en dr. W. T. Russell dat de sterfte aan hartziekten onder de beoefenaren van vrije beroepen in Engeland bijna vier maal zo hoog lag als die onder ongeschoolde arbeiders van dezelfde leeftijd.

Deze vroege studies werden niet ondernomen om een verband te leggen tussen lichamelijke activiteit en aandoeningen van de kransslagaderen. De onderzoekers hielden zich hoofdzakelijk bezig met de rol welke de reeds eerder in dit boek genoemde „stress" en sociaal-economische faktoren als oorzaken van hartaandoeningen speelden. Hun resultaten wezen echter op het bestaan van een tweede faktor: die van de lichamelijke activiteit. Beoefenaren van de vrije beroepen, leiders van het zakenleven en kantoorbedienden zijn in hun werkuren veel minder lichamelijk in actie dan fabrieksarbeiders, mijnwerkers en boeren. Zeker, zij verschillen ook met betrekking tot de aard van het voedsel dat zij nuttigen, in hun gedragspatroon en in de emotionele en geestelijke problematiek waarmede zij in hun werk geconfronteerd worden. Deze faktoren, waarvan men het sterke vermoeden heeft dat zij tot het ontstaan van coronaire hartaandoeningen bijdragen, treden op in een overweldigende verscheidenheid van elkaar ten dele overlappende combinaties. Is het dus mogelijk, de faktor lichamelijke activiteit hieruit af te zonderen, en vast te stellen welke oorzakelijke rol deze speelt bij de ontwikkeling van aandoeningen van de kransslagaderen?

Het gaat hier om een zeer moeilijk probleem. In de jaren vijftig zijn tal van vergelijkende studies verricht met betrekking tot het optreden van coronaire hartaandoeningen bij goed geoefende en bij ongetrainde mensen – bijvoorbeeld bij lange-afstand skilopers en bij niet-skiërs in Finland; bij boeren en bij mensen met niet-agrarische beroepen in de Verenigde Staten; bij hoofd- en handarbeiders in Duitsland, om maar enkele groepen te noemen. De studies bewezen vrijwel unaniem dat mensen met zittende beroepen en zittende vormen van ontspanning een hogere frequentie van coronaire hartaandoeningen vertoonden. Deze studies wierpen echter over het algemeen mensen met uiteenlopende achtergronden op één hoop. Een der meest onthullende studies

inzake het verband tussen lichaamsbeweging en coronaire hartaandoeningen was dan ook het onderzoek dat door dr. J. N. Morris en zijn medewerkers werd ingesteld onder Londense buschauffeurs en busconducteurs. Het personeel van deze Londense dubbeldeksbussen heeft vergelijkbare sociale achtergronden en gebruikt vergelijkbaar voedsel. Chauffeurs en conducteurs staan aan vrijwel de zelfde beroepsspanningen bloot: een conducteur op een overbezette Londense bus wordt geconfronteerd met ergernissen, die niet veel afwijken van die waarvoor een buschauffeur in een overvolle stadsstraat wordt geplaatst. Naar lichaamsomvang gemeten zijn buschauffeurs bij het begin van hun loopbaan doorgaans iets gevulder dan conducteurs, maar die verschillen verdwijnen naarmate beide groepen de latere levensjaren bereiken, waarin zich veelvuldiger hartziekten voordoen.

Op middelbare leeftijd vormen de conducteurs en de chauffeurs een zeer homogene groep. Hun werkzaamheden vertonen echter één belangrijk verschil: buschauffeurs brengen het grootste deel van hun werktijd zittend achter het stuur door, terwijl de conducteurs van de dubbeldeksbussen op en neer moeten rennen om kaartjes te verkopen. Een autobus besturen is een zittende bezigheid; daarmede vergeleken heeft een busconducteur een betrekkelijk actief beroep.

Dr. Morris en zijn medewerkers zagen zich nu voor een fascinerende situatie geplaatst. Na zorgvuldig de sociale achtergronden, de eetgewoonten en de lichaamsomvang van de busemployés te hebben nagegaan, ontdekten zij dat buschauffeurs bijna twee maal zo veelvuldig coronaire hartaanvallen hebben als conducteurs, en dat deze in een bijna twee-en-een-half maal zo groot aantal gevallen binnen drie dagen na de aanval met de dood eindigen. Wat de conducteurs betreft, zij hadden niet alleen minder hartaanvallen, maar ook een lagere bloeddruk en een lager gehalte aan bloedvetten. Een latere studie, onder leiding van dr. D. Brunner en dr. G. Manelis verricht in Israëlische landbouwnederzettingen, bewees dat hartinfarkten (beschadigingen van de hartspier als gevolg van afsluiting van de bloedtoevoer door verstopte kransslagaderen) drie maal zo veelvuldig voorkwamen bij de leden van de gemeenschap die zittend werk verrichten, dan bij hen die geen zittend werk deden.

Meer nog dan de Morris-studie heeft het onderzoek van Brunner en Manelis het voordeel zich te hebben beziggehouden met mensen die in dezelfde sociale situatie leven en die hetzelfde voedsel nuttigen.

Waarom doet lichamelijke inspanning de kans op coronaire hartaandoeningen afnemen? Waarom zijn bezigheden die het hart

tot krachtige werkzaamheid dwingen, bevorderlijk voor de gezondheid van dat orgaan? Het zijn belangwekkende vragen, die nog niet tot volle tevredenheid van de specialisten zijn beantwoord. Het moderne onderzoek heeft evenwel zeer veel licht geworpen op de fysiologische uitwerking van lichaamsoefeningen. Een van de belangwekkendste tot nu toe gedane ontdekkingen is dat regelmatige lichaamsactiviteit de hoeveelheid cholesterol in het bloed doet dalen. Een groep ratten, die aan de universiteit van Michigan tot lichamelijke activiteit werden gedwongen, bleek niet alleen minder lichaamsvet te vormen, maar ook lagere bloedcholesterolspiegels te tonen dan ratten die tot inactiviteit waren veroordeeld. Tot hun verrassing constateerden de onderzoekers dat regelmatige lichaamsbeweging een beter middel scheen om het lichaamsgewicht en het cholesterolgehalte op een bevredigend peil te houden dan het beperken van de voedselopname.

Onderzoekers van de Kent State University in Ohio hebben ontdekt dat een programma van regelmatige lichaamsoefeningen bij mannen beslist kan bijdragen tot het verlagen van het cholesterolgehalte. Tweeënveertig mannen, stuk voor stuk met zittende betrekkingen, namen vrijwillig negen maanden lang vijf dagen per week elke dag een uur lang deel aan lichaamsoefeningen. Op regelmatige tijden werden zij op bloedcholesterolgehalte onderzocht – tegelijk met een controlegroep van mannen die eveneens zittend hun werk verrichtten, maar die niet deelnamen aan het oefenprogramma. De Kent State-onderzoekers constateerden dat het bloedcholesterolgehalte van allen die aan het oefenprogramma deelnamen, een daling te zien gaf – en wel van gemiddeld 25 percent voor de groep als geheel en van bijna 33 percent voor de mannen die werkelijk regelmatig de lichaamsoefeningen uitvoerden.

Afgezien van de verlaging van het bloedcholesterolgehalte schijnt lichaamsbeweging de bloeddoorstroming van de hartspier te bevorderen. Onlangs verrichtte dr. Richard W. Eckstein van de Western Reserve University een fascinerend experiment: om atherosclerose te imiteren vernauwde hij langs chirurgische weg de kransslagaderen van een aantal honden, waarna hij de helft van de dieren vijf tot acht weken lang in beweging hield. De resterende helft werd daarentegen op non-activiteit gesteld. Een vergelijkende studie van de harten toonde dat de in beweging gehouden dieren een groter aantal kleine bloedvaten hadden ingeschakeld om de taak van de vernieuwde kransslagaderen over te nemen dan de onbeweeglijk gebleven dieren. Blijkbaar ontwikkelt zich door lichamelijke activiteit het netwerk van bloedvaten in de hartspier zelf, waardoor dit orgaan meer voedsel en zuurstof krijgt toegevoerd. Dit zou kunnen verklaren waarom er naar verhouding

meer goed getrainde slachtoffers van hartaanvallen herstellen dan slachtoffers met een zittend leven en zittende vormen van recreatie.

Tegenwoordig beschouwen de hartspecialisten dan ook milde vormen van arbeid en lichamelijke inspanning als onontbeerlijke hulpmiddelen voor de revalidatie van hartpatiënten. Vroeger werden mensen „met een hartkwaal" door hun artsen tot volstrekte lichaamsrust veroordeeld, maar sedert de jaren veertig is deze stroming omgebogen naar programma's van lichte werkzaamheden en matige lichamelijke inspanningen. „Een der voornaamste dingen welke de revalidatiebeweging tot stand heeft gebracht, was dat zowel het grote publiek als de zieken die ervan profiteerden het bewijs geleverd zagen dat de gebruikelijke blijvende inactivering van de meeste hartpatiënten niet alleen onnodig was, maar zelfs zowel uit lichamelijk als uit psychologisch oogpunt als een ernstige vergissing moest worden beschouwd", aldus het rapport van Kraus en Raab. „De moed om zorgvuldig gecalculeerde risico's te nemen, is door de praktijk reeds volkomen beloond, en heden ten dage stelt de arts die zijn hartpatiënten lichaamsoefeningen laat verrichten die zorgvuldig aan hun conditie zijn aangepast, zich dan ook niet langer bloot aan het gevaar zowel door zijn patiënten als door zijn collega's te worden veroordeeld".

VAN VECHTEN EN VLUCHTEN

Voor de leek vertegenwoordigen termen als „spanningen" of „stress" een bepaalde geestestoestand, dan wel vage vormen van emotionele onrust. Voor de fysioloog betekenen zij een serie gecompliceerde chemische reacties, waarvan vele nog in het duister liggen. Wij hebben de neiging te denken dat angst, schrik, woede en dergelijke emotionele reacties evenals gedachten slechts bestaan in het „hoofd" van de betrokkene. Maar voor de man der wetenschap is bij deze reacties het gehele lichaam betrokken en vervullen zij belangrijke lichamelijke taken.

Wanneer iemand bang, opgeschrikt of kwaad is, voltrekt zich in zijn lichaam een reeks van fysiologische veranderingen. Zijn reactie op van buiten inwerkende stimulansen versnelt de werking van het zenuwstelsel, de hartslag en de polsfrequentie. Bijna alle spieren van het lichaam zijn gespannen en worden in staat van alarm gebracht. De bloeddruk loopt op, de ademhaling verdiept en versnelt zich. De bijnieren beginnen grote hoeveelheden adrenaline af te scheiden – een hormoon dat het hart stimuleert, de bloeddruk verhoogt en de lever tot afgifte van de opgeslagen, energie producerende koolhydraten, aanspoort. Het gehele lichaam wordt op actie voorbereid – dat wil zeggen op „vechten of vluchten".

Maar de actie wordt slechts zelden beëindigd. Slechts zelden komt het inderdaad tot „vechten of vluchten". Wij worden niet lichamelijk actief om op die wijze onze angst, woede of schrik „eruit te werken". Al te dikwijls reageren wij op een probleem dat ons emotioneel in de war brengt met een beheerst gedrag; wij dwingen onszelf „de tanden op elkaar te zetten".

Herhaalt zich dit vaak genoeg, dan kan het feit dat de mobilisatie van het lichaam niet wordt gevolgd door actie, ons duur te staan komen. De spieren blijven nog een tijdje gespannen, zelfs nadat de onmiddellijke oorzaken zijn opgeheven. „Als een spier dikwijls wordt gespannen en niet de gelegenheid krijgt haar volle lengte te hernemen", aldus Kraus en Raab, „kort zij zich blijvend in. Wordt zo'n spier dan door nieuwe prikkels nog verder ingekort, dan kan de spanning in kramp overgaan, en deze kramp kan veel pijn veroorzaken".

Op den duur worden de spieren van bepaalde delen van het lichaam steeds sterker gespannen, om tenslotte het vermogen te verliezen zich geheel te ontspannen. Er wordt een punt bereikt waar zelfs kleine gevoelsmatige belevenissen en emotionele prikkels langdurige perioden van hevige pijn uitlokken, in het bijzonder in de spieren van de rug, de nek en het gelaat. De slachtoffers van deze vicieuze cirkel gaan steeds meer een zittend leven leiden, niet alleen bij gebreke van de mogelijkheid tot lichaamsoefeningen, maar ook omdat elke spierinspanning pijn doet. In vele gevallen culmineert deze kringloop in een toestand die men het „onderrug-syndroom" noemt – een buitengewoon pijnlijke kramp van de rugspieren, waarvan de behandeling moeilijk en de genezing soms onmogelijk is. Door pijn tot onbeweeglijkheid gedoemd, worden de slachtoffers van ernstige spierkramp emotioneel steeds onevenwichtiger, als gevolg waarvan het syndroom op zijn beurt steeds weer door nieuwe lichamelijke en emotionele spanningen wordt verergerd.

Hoewel regelmatige lichaamsinspanning misschien niet de bron van een emotioneel probleem kan uitschakelen, is zij dikwijls wel bepalend voor de vraag of het probleem al dan niet een schadelijke fysieke uitwerking op het lichaam zal hebben. Een spier die voortdurend ongebruikt blijft, atrofieert op den duur en verliest haar vermogen tot werkzaamheid. Als zij alleen maar gespannen is zonder arbeid te moeten verrichten, kort zij zich in en verliest haar flexibiliteit. Een programma van dagelijkse oefeningen versterkt de spier, bewaart haar buigzaamheid en ontspant haar grondig – vandaar de aangename gewaarwording van vermoeidheid en innerlijke rust die volgt op een redelijke hoeveelheid inspannende lichamelijke bezigheid. Dagelijkse oefeningen kunnen zelfs

de psyche van emotioneel gestoorde mensen gunstig helpen beinvloeden. De neiging om sterke emotionele reacties geheel te onderdrukken is in feite een vorm van gewelddadigheid ten opzichte van een aantal der sterkste en bezielendste impulsen in een menselijk wezen. Kraus en Raab zijn van mening dat de „vecht-of-vlucht"-reacties van de mens „fundamentele psychologische processen zijn, die hun oorsprong vinden in de diepste lagen van het onderbewustzijn. Het is een fascinerende speculatie dat deze reacties tot een categorie behoren, die nimmer het niveau van het bewustzijn bereikt. Deze reacties doen zich bij alle mensen voor, en hoewel wij een aantal ervan kunnen leren onderdrukken, zijn wij niet in staat eraan te ontkomen en hun gevolgen te ontgaan".

De hedendaagse stad werpt een groot aantal hindernissen op, niet alleen met betrekking tot het vrije gebruik van onze spieren, maar ook ten aanzien van de spontane expressie van onze gevoelens. De moderne stedeling is een der meest getemde wezens in de geschiedenis van de mensheid. In weerwil van de anonimiteit en de oppervlakkige vrijheid welke de stedeling zegt te genieten, leidt de noodzaak van de grote stad om in de behoeften van miljoenen mensen te voorzien, tot een buitensporig ver doorgevoerde sociale reglementering. Hoewel er veelal slechts zeer weinig officiële belangstelling bestaat voor het persoonlijk welzijn van de enkeling, is deze gebonden aan een ontstellend aantal verordeningen, die zijn recht om te spreken, te lopen en zich met betrekkelijk onschuldige vermaken bezig te houden, aan banden leggen. Deze verordeningen regelen talrijke aspecten van zijn gedragingen tot in de allerkleinste details. Als hij zich op een grasveldje uitstrekt, of plotseling in gezang wil uitbarsten – de lijst is eindeloos – kan hij door een politieman op de vingers worden getikt, worden geverbaliseerd en zelfs tijdelijk van zijn vrijheid beroofd. De ondergrond van deze vormen van openlijke dwang en reglementering wordt gevormd door het ingewikkelde, door de stedelijke samenleving aanvaarde gedragspatroon, dat elke emotionele spontaneïteit en elke fysieke ontlading van opgekropte spanningen verbiedt. Het wordt als uiterst verwerpelijk beschouwd, in het openbaar van sterke emoties zoals liefde of woede blijk te geven; deze vrijheid is slechts voor kinderen en hun ouders weggelegd. In tal van Amerikaanse steden wordt zelfs *elke openlijke gevoelsuiting* afgekeurd. Men mag wel opgewekt of ernstig zijn, monter of humeurig – maar nooit opgewonden. Nimmer mag men zijn gevoelens de vrije loop laten. In feite plaatst de stad een loodzwaar deksel op een ketel vol ziedende menselijke hartstochten – zonder een andere uitlaat aan die gevoelens te verschaffen dan zenuwinstortingen of orthopedische moeilijkheden.

Wij hebben voortreffelijke programma's om de slachtoffers van hartaandoeningen, kinderverlamming en andere vormen van invaliditeit te rehabiliteren, maar er bestaat in de gehele Verenigde Staten geen enkel programma voor de preventie van ziekten bij mensen met een zittend beroep. In weerwil van alle kritiek en alle geschetter over de noodzakelijkheid van verbetering van de lichamelijke conditie van de jeugd, glijdt ook de jonge stadsmens geleidelijk af naar een toestand van stagnerende fysiek. De tijd die gemiddeld door de Amerikaanse jongeren aan lichaamsoefeningen wordt besteed, is buitensporig klein. Van de 24 uren die hem per etmaal ter beschikking staan, besteedt de jonge Amerikaan ongeveer 40 percent aan slapen, 20 percent aan zijn school, 10 percent aan zijn maaltijden, 5 percent aan het huiswerk, nogmaals 5 percent aan de TV, 4 percent aan aankleden, nogmaal 4 percent aan de gang naar school en terug, 10 percent aan uiteenlopende activiteiten en de rest – helemaal 2 percent! – aan lichaamsoefeningen of sport.

„De *vergeten groep* in de geneeskunde wordt gevormd door de geestelijk en emotioneel overbelaste, lichamelijk ongetrainde mens. Hij staat candidaat voor vroegtijdige invaliditeit en voor een voortijdige dood", aldus waarschuwen dr. Kraus en dr. Raab. „Deze mens blijft in feite van medische hulp verstoken – tot zich een ziekte openbaart die het noodzakelijk maakt hem met buitensporige kosten *achteraf* te behandelen en maatregelen tot zijn herstel te nemen".

12 De weg die voor ons ligt

DE GROTE SLOKOP

Nog slechts twintig jaar geleden behoefde een New Yorker slechts naar een eindpunt van de ondergrondse te rijden om de grimmige metropool volkomen omgetoverd te vinden door verrukkelijke boomgroepen, hoog oprijzend gras en oude, niet meer gebruikte wegen die zich bevallig door het landschap slingerden. Zelfs aan de onmiddellijke zoom van de stad, daar waar de huizen van de buitenwijken begonnen, boden de met veelbelovend jong geboomte bezette stukken bouwgrond een verfrissende afwisseling na het grauwe beton van trottoirs en bouwwerken. Hier bevonden zich de officiële „stadsgrenzen", in een semi-landelijke omgeving waar de kleinere gemeenten begonnen. Men had het nooit nodig geoordeeld het grondgebied van deze randgemeenten met borden aan te duiden; alles zag er hier immers plotseling heel anders uit, alsof de werken der mensen opeens op die van de natuur waren gestuit. De parken, de braak liggende terreinen en de bermen waren evenzovele plekjes voor picknicks en vrolijke uitstapjes. Weliswaar bleef de metropool groeien, maar zij deed dat niet zijwaarts doch in de hoogte. Zo groeide geleidelijk de befaamde New Yorkse „sky line", die het gelaat van deze stad in de rest van de wereld zo beroemd (dan wel berucht) zou maken. Wie genoeg van deze stad had, kon altijd een toevlucht zoeken in de semi-landelijke wanorde aan haar grenzen, waar letterlijk *alles* plotseling ophield: de baan van de bovengrondse stadsspoor, de bovenleiding van de trolleybussen, ja zelfs de straten – als om de stedeling er aan te herinneren dat zijn heerschappij over het land wel degelijk aan grenzen gebonden was.

In nog geen twintig jaren zijn deze betoverende groene gordels letterlijk verdwenen. En niet alleen uit New York, maar uit vrijwel elke metropool in de Verenigde Staten. Bulldozers en graafmachines vreten dag in, dag uit meer dan 1200 hectaren land weg – eens voor het grootste deel bestaande uit nuttige weiden of akkers. De stadszoom is nu tot het slagveld geworden van de meest ongeïnspireerde voortbrengselen van de moderne architec-

tuur: de enorme flatblokken van tien tot twaalf verdiepingen hoog, afgewisseld met eindeloze rijen lage, eenvormige eengezinswoningen, die al even strak in rij en gelid staan als eens de aardappelen welke zij hebben verdrongen. Zonder enige respect voor de souvereiniteit van de randgemeenten gaan vrijwel alle grote straten van de metropool nu klakkeloos in die van deze omringende gemeenten over, en de argeloze vreemdeling vindt vaak geen andere aanduiding dat hij zich in een andere gemeente bevindt dan de eventuele verschillen in de plaatselijke politie-uniformen. Eens was het mogelijk zich van de begrenzing van de stad bewust te worden door op een vrije dag naar buiten te trekken; tegenwoordig kan men de grenzen van de metropool slechts per vliegtuig ontdekken. De „schaalvergroting" van het moderne stadsleven gaat niet alleen het begripsvermogen van de afzonderlijke inwoners te boven, maar ontneemt de stad tevens haar betekenis als zinvol omlijnde, geografische realiteit. Kijkt men nu, op het asfalt staande, zo'n eindeloze brede boulevard af, dan ziet men de stad eenvoudig achter de horizon in de oneindigheid verdwijnen.

Deze letterlijk „grenzeloze" steden, die zich eindeloos naar alle richtingen uitstrekken over honderden en honderden vierkante kilometers land, zijn een nieuw verschijnsel op het gelaat van moeder Aarde. Er bestaat in de gehele geschiedenis van de mensheid geen voorbeeld van dergelijke uitgestrekte agglomeraties van huizen, industrieterreinen en openbare gebouwen. „Zelfs het oude Rome, met zijn miljoen inwoners, stond wel degelijk in een zichtbare relatie tot het omringende landschap", zo merken twee vooraanstaande stedebouwkundigen, Kelvin Lynch en Lloyd Rodwin op. „Men kon er zich gemakkelijk te voet van de ene wijk naar de andere begeven, of zich van het centrum naar de landelijke omgeving verplaatsen. In de moderne metropool is dit nauwelijks meer mogelijk; zelfs per auto kan het uren duren om vanuit het stadscentrum de periferie te bereiken. Zo is de stad uitgedijd tot een reusachtig organisme; een organisme van dusdanige afmetingen, dat het individu er in het geheel geen vat op heeft", aldus Lynch en Rodwin.

Nu zijn steden dingen die door de mens zelf in het leven zijn geroepen; zij behoren dus thuis in de wereld van het bevattelijke en het hanteerbare. Het is dan ook beangstigend, te moeten constateren dat zelfs die ons lange tijd zo vertrouwde wereld van de stad bezig is zich om te vormen tot een onbegrijpelijke, mogelijk zelfs niet meer in de hand te houden kracht; een „ding op zichzelf" dat zich meer en meer aan het menselijk bevattingsvermogen onttrekt. Wordt het daarom geen tijd de uitwerking van de grote stad op de fundamentele hulpbronnen van onze civilisatie eens

duidelijk vast te stellen? Dienen wij niet een pauze in te schakelen en ons af te vragen of niet het gevaar bestaat dat onze steden, evenals onze wapenen, demonische krachten zullen gaan ontketenen, die uiteindelijk de menselijke heerschappij over de aarde zullen ondermijnen? Laat ons eens in het kort nagaan, welke uitwerking die ongelimiteerde, onbeheerste urbanisatie op lange termijn kan hebben op de grondvoorwaarden voor het menselijk bestaan op onze kleine, bijzonder kwetsbare planeet.

Volgens de Amerikaanse Dienst voor het Behoud van Landbouwgronden – de „U.S. Soil Conservation Service" – gingen in de afgelopen zeven jaren niet minder dan 7 miljoen hectaren van de beste landbouwgronden der Verenigde Staten verloren – hoofdzakelijk omdat zij door de zich uitbreidende steden werden opgeslokt. Daarenboven zullen in de komende tien jaren nog eens 12 miljoen hectaren produktieve landbouwgrond met beton of een soortgelijke verharding worden bedekt. Wat deze roekeloze vernietiging van de bovengrond voor de voedselvoorziening van de Verenigde Staten zal betekenen, in het bijzonder voor de komende generaties, is te afschuwelijk om er lang bij stil te blijven staan. „Eenmaal onder staal of beton bedolven" – aldus een zegsman van deze dienst – „komt produktief land in de praktijk nimmer meer voor de teelt van landbouwgewassen ter beschikking. Het feit dat de oogsten van sommige gewassen tijdelijke overschotten vertonen, draagt ertoe bij het feit te versluieren dat wij vandaag of morgen letterlijk elke hectare van onze allerbeste grond nodig zullen hebben om onze groeiende bevolking te voeden en te kleden".

De omvang van dit verlies wordt met genadeloze scherpte geïllustreerd door de uitbreiding van stedelijke zones over de rijke landbouwgronden van Californië. Deze staat vormt een der vruchtbaarste en landbouwkundig waardevolste streken ter wereld. Afgezien van de befaamde boomgaarden en akkers, doen vele delen van Californië als wijnproducenten niet onder voor de beste wijngaarden van Frankrijk. Land als dit is volstrekt onvervangbaar; eenmaal verloren gegaan, kan het nimmer worden herwonnen. Hoewel de totale oppervlakte van de staat omstreeks 40 miljoen hectaren beslaat, is nog geen 6 miljoen hectaren daarvan in cultuur gebracht. De vruchtbaarste delen van Californië liggen in valleien. Zij bestaan uit enkele miljoenen hectaren uiterst vruchtbare grond, die duizenden jaren geleden werd gevormd door de erosie van de grote bergketenen welke het Verre Westen zowel landschapsschoon als landbouwkundige waarde schenken. En toch zijn het juist deze onvervangbare stukken land, die zo lang over hun vorming hebben gedaan, die thans door de mens na slechts

weinige jaren van „kwaadaardige stedelijke nieuwvorming" met volslagen verwoesting worden bedreigd. In een deel van Californië – de provincie Los Angeles – nam het aantal boerenbedrijven tussen 1950 en 1955 van twaalfduizend tot achtduizend af, aldus de *„Fortnight"*. „In dit zelfde tijdvak verdween in de Santa Clara provincie een vijfde van het fruit- en notenareaal (10.000 hectaren), terwijl de bevolking met 25 percent toenam. De provincie Monterey ('Monterey County') werd in de Salinas-vallei met zware bodemverliezen bedreigd, en de razendsnelle groei van delen van Santa Barbara County leidde tot de voorspelling, dat deze provincie weldra als 'Sahara Barbara' zou worden aangeduid. Maar het zwaarste werd Orange County getroffen, toen de octopus van de volkshuisvesting zijn tentakels uitstrekte over meer dan 30 percent van de boomgaarden". Volgens een artikel in de hierboven reeds aangehaalde *„Fortnight"* schat men dat elke nieuwe inwoner Californië op 675 vierkante meter landbouwgrond – en 400 liter water per dag – komt te staan, terwijl de moderne verkeerswegen nog eens 65 hectaren per kilometer vergen om de ver van het stadscentrum wonende ingezetenen naar hun arbeidsplaats te vervoeren.

Om deze desastreuze aanslag op Amerika's toekomstige landbouwreserves nog te verergeren, heeft de bevolking van de grootste steden de neiging zich in de kuststreken te concentreren (dat is ook in de Nederlandse „Randstad" het geval) waar de toenemende aanspraken op zoet grondwater geleidelijk de weg openen voor de invasie van zout water. „In een groot deel van de Verenigde Staten, en in het bijzonder in de kustvlakten" – aldus een waarschuwing van de presidentiële „Materials Policy Commission" – „drijft het zoete grondwater op de zwaardere zoutwaterlagen, die de overblijfselen vormen van de oceanen welke in de oudheid deze streken bedekten. Door een langdurige wisselwerking tussen de natuurkrachten houden deze zoet- en zoutwatermassa's elkaar zorgvuldig in evenwicht. Het ingrijpen van de mens kan dit evenwicht echter dusdanig verstoren, dat het zoute water tot de ondergrondse zoetwaterreserves doordringt en deze onbruikbaar maakt. Zo gevoelig is dit evenwicht, dat reeds een verlaging van de zoetwaterspiegel met 30 centimeter kan volstaan om het daaronder liggende zoute water tot 12 meter in de zoetwaterlaag te doen opstijgen. De invasie van zout water verloopt in de regel langzaam; het tempo van de horizontale verplaatsing bedraagt soms nog geen 30 cm per dag. Deze slakkegang maakt de gevolgen op lange termijn nog ernstiger, want zelfs als het generaties of eeuwen heeft gevergd om een ondergronds zoetwaterreservoir te besmetten, is er doorgaans een nog langere periode mee gemoeid om de ver-

ontreiniging weer weg te spoelen". De invasie van zoetwaterzones door zout water wordt aangemoedigd „door elke activiteit die de waterspiegel aanmerkelijk doet dalen, zoals het oppompen van water uit putten, de aanleg van kanalen en de drainage van gronden." De Commissie legt er de nadruk op dat „als de ingreep dicht genoeg bij de kust plaatsvindt, dit het rechtstreekse binnendringen van zeewater kan uitlokken".

Voor vele delen van de kustvlakten aan de Atlantische en Stille Oceaan is deze mogelijkheid nu tot werkelijkheid geworden. Reeds in 1950 bewezen rapporten uit Californië dat van omstreeks tachtig uitgestrekte grondwaterreservoirs 25 percent ernstig was aangetast door binnendringend zout water. Ook uit Maryland, New Jersey en Long Island worden grote zeewaterintrusies gemeld. Het doorsijpelen van zout water in de grondwaterreserves van het Verre Westen wijst op een bijzonder sinistere ontwikkeling. Een groot deel van de Californische landbouw is voornamelijk afhankelijk van irrigatie met water uit deze ondergrondse depots. De verontreiniging van deze onder de oppervlakte verborgen waterreserve zou het agrarische potentieel van deze streek voor de komende generaties bijna geheel kunnen vernietigen en mogelijk zelfs rijke, vruchtbare gebieden tot een soort woestijn kunnen terugbrengen.

Tenslotte vergeten wij dikwijls dat dichte bevolkingsconcentraties en toenemende luchtverontreiniging een diepgaande uitwerking hebben op het plaatselijke klimaat van een streek, het z.g. microklimaat. Vrijwel altijd is deze uitwerking schadelijk voor de mens. Er zijn bewijzen in overvloed dat toenemende verstedelijking niet alleen de bewolking doet toenemen en de sterkte van het daglicht verlaagt, maar dat zij ook tot abnormale regenval leidt. In verstedelijkte valleien hebben deze faktoren de neiging de luchtverontreiniging te verergeren, doordat zij het ontstaan van dampen en mist aanmoedigen. „Maar zelfs wanneer de geografische ligging van een stad bevorderlijk is voor een goede ventilatie, en bijgevolg voor een snelle afvoer van luchtverontreinigende stoffen – wat bijvoorbeeld in Buffalo en New York het geval is – dan zijn er andere faktoren die een slecht microklimaat kunnen scheppen", aldus Alexander Rihm Jr. van de New York State Air Pollution Control Board. „De afkoelende werking van de wind wordt geringer naarmate de windsnelheid ter plaatse lager ligt, hetgeen tot verhoogde temperatuurinversies en bijgevolg tot verhoging van de 'luchtstagnatie' (ontbreken van luchtbeweging) leidt. In de stad New York, waar zich veelvuldig temperatuurinversies voordoen, ligt de windsnelheid in Central Park, dus in het hart van de stad, omstreeks 19 percent lager dan op het minder

centraal gelegen vliegveld La Guardia. Daar waar de bronnen van de luchtverontreiniging de sterkste concentratie vertonen, is dus de ventilatiemogelijkheid juist het geringst", aldus Rihm.

Ons talent om tijdelijke oplossingen tot langdurige problemen te maken, schijnt onbegrensd. Neem nu eens de manier waarop wij de vraagstukken van het stads- en voorstadsverkeer aanpakken. Loopt het autoverkeer vast, dan gaan wij haastig nieuwe snelwegen bouwen. Wordt het dagelijkse forensen van en naar ver verwijderde woongebieden ons te lastig, dan bouwen wij miniatuur-luchthavens op onze daken en organiseren wij dagelijkse helikopterdiensten voor voorstadbewoners, die deze kostbare vorm van transport kunnen betalen. Om de toegang van motorrijtuigen tot het stadscentrum te vergemakkelijken bouwen wij ondergrondse en torengarages. Onze parken worden door de grote nieuwe wegen in flarden gescheurd, onze woonwijken in stukken gesneden door de aanleg van vierbanige, open „autoriolen", ons stedelijke landschap geschonden door machtige, met stalen vangrails afgeschutte „parkways" en onze rivieroevers van onze voetgangers geïsoleerd door een netwerk van elkaar kruisende autosnelwegen.

In weerwil van deze heroïsche inspanningen staan alle Amerikaanse steden op het ogenblik voor een ernstig dilemma: elke grote nieuwe verkeersweg vergroot alleen maar de toevloed van verkeer naar de zakenwijken. Deze wegen brengen dus niet alleen geen verlichting in de automobielcongestie, maar zij dragen bovendien aanzienlijk bij tot *verzwaring* van de last van de luchtverontreiniging. In een scherp commentaar op de verkeersproblemen van de stad New York merkt dr. Morris Jacobs van de Columbia Universiteit op: „wij besteden miljarden aan *wegen*, die bijdragen tot verhoging van de luchtverontreiniging – terwijl het enige wat wij nodig hebben een klein beetje *geld* is om het openbare massavervoer te verbeteren. Dat zou de lucht hier opfrissen en bovendien meer werkgelegenheid verschaffen".

Dr. Jacobs had er aan toe kunnen voegen dat de drukte, het lawaai en de algemene verwarring die door de toeneming van het inkomende, uitgaande en interne stadsverkeer worden veroorzaakt, een enorme verhoging van de geestelijke en emotionele overbelasting van de stedelingen en de voorstadbewoners veroorzaken. In dit licht bezien is het zwaarst getroffen slachtoffer van het autoverkeer niet zozeer de voetganger, als wel de automobilist. In een fascinerend experiment om de relatie tussen „stress" en coronaire hartaandoeningen vast te stellen, bevestigden twee artsen meetinstrumenten aan de polsen van verscheidene hardwerkende mannen van middelbare leeftijd. Onder de „proef-

konijnen" bevond zich de hoofdredacteur van een dagblad, die dagelijks per auto forensde tussen San Francisco en het voorstadje Burlingame. Men vroeg de hoofdredacteur op gezette tijden de stand van zijn polsfrequentiemeter te noteren, en er een korte beschrijving aan toe te voegen van zijn bezigheden op die momenten. Volgens het relaas van de proeven was de hoofdredacteur ten zeerste verbaasd over de ontdekking dat „te oordelen naar de pieken in zijn polsfrequentie, *zijn meest inspannende bezigheid bestond uit het rijden op de autoweg waarover hij zich dagelijks naar en van zijn werk in San Francisco begaf*". De journalist bevond zelfs dat zijn polsfrequentie „tijdens deze ritten regelmatig hoger lag dan bij andere inspannende situaties – hoger b.v. dan wanneer er terwijl de krant al draaide plotseling storing in de drukkerij ontstond, of wanneer er wegens een grimmige internationale politieke ontwikkeling met spoed een nieuwe voorpagina moest worden gemaakt, en zelfs hoger dan tijdens een frusterende vergadering met de New Yorkse bazen van mijn krant."

Soortgelijke technieken om voor de stedelijke problemen „uitstel van executie" te verkrijgen, worden toegepast op het groeiende vraagstuk van de stedelijke drinkwatertekorten en op dat van de luchtverontreiniging. Tot dusverre heeft de stad New York zich van voldoende water weten te voorzien door haar aquaducten steeds verder noordwaarts uit te strekken – naar Westchester County (omstreeks 65 km van het New Yorkse stadhuis), naar de Catskill bergen (ruim 150 km van dit stadhuis) en tenslotte naar de bovenloop van de Delaware rivier, op bijna 250 km van de New Yorkse binnenstad. Maar dit is waarschijnlijk het uiterste punt waartoe de metropool kan gaan zonder op ernstige problemen te stuiten. De pogingen van de stad om nog meer water uit het bekken van de Delaware te betrekken hebben reeds tot verwoede tegenkanting van de staat Pennsylvania geleid. Het nabijgelegen Boston reikt naar water op 80 kilometer afstand, nog voorbij Worcester, welke stad op haar beurt een winplaats in de omgeving van die van Springfield aftapt. Dr. Jean Gottmann constateert dat deze steden reeds bezig zijn „om elkaar heen te trekken" en dat zij in een voortdurend scherpere concurrentiepositie jegens elkaar komen te staan. „Of zij eindeloos kunnen doorgaan, hun leidingwater uit steeds kostbaarder en verderweg gelegen winplaatsen te betrekken is zeer de vraag", aldus dr. Gottmann. „Weliswaar is hun gemeenschappelijk achterland ruimschoots van water voorzien, maar er bestaat een goede kans dat de toekomstige behoeften de werkelijk beschikbare voorraden zullen overtreffen. Bovendien zijn er reeds enorme bedragen be-

steed, en deze nemen snel toe met de omvang en de lengte van de ter hand genomen publieke werken". Het kostbare buizennet verschuift slechts het tijdstip waarop dit gehele gebied met een nijpend gebrek aan water te kampen zal krijgen, en waarop oplossingen die slechts gebaseerd zijn op de invasie van verafgelegen, nog niet aangeboorde waterreserves, volkomen onuitvoerbaar zullen blijken.

Verraderlijker nog is het probleem van de luchtverontreiniging; weliswaar zal er immers altijd genoeg lucht zijn, maar in vele opzichten ligt hier een nog grotere bedreiging voor de volksgezondheid. De veelzeggendste uitspraken omtrent deze bedreiging komen veelal van officiële deskundigen, die het best gekwalificeerd zijn om de gevaren welke hier dreigen te beoordelen.* Volgens Rihm „heeft de luchtverontreiniging in de meeste Amerikaanse steden het punt bereikt waarop een verdere toeneming als ontoelaatbaar moet worden beschouwd. Het natuurlijke levensmilieu is in vele steden verdrongen door intra-urbane woestijnen, waar de menselijke habitatie wordt afgeschrikt door een combinatie van verontreinigingen als gevolg van particuliere activiteiten van de burger, van zijn overheidsbedrijven en van de industrie die hem zijn levensonderhoud verschaft". De groeiende buitenwijken bieden geen soulaas, „daar de luchtverontreiniging ook in de meest landelijke uitbreidingsplannen een ernstig karakter begint aan te nemen. De auto van de voormalige bewoner van het stadscentrum, de rook van de bladeren en van het andere afval dat hij in zijn tuin verbrandt, de smeulende vuilstortplaatsen en de met autobussen en personenauto's gevulde levensaderen van zijn gemeenschap bevorderen misschien een *nog* snellere ontwikkeling: die van zijn kerkhoven."

In feite leren wij opnieuw een oude les: elke stad ligt verankerd in een zeer bepaalde natuurlijke omgeving, waaraan zij zich tot op zekere hoogte moet aanpassen, wil men een ernstige, mogelijk zelfs fataal verlopende ontwikkeling trachten af te wenden. Het is een sprookje dat de stad de natuur geheel zou kunnen opzijschuiven. In valleien moeten wij bijvoorbeeld rekening houden met speciale meteorologische omstandigheden, met de eisen van de oppervlaktewateren, en met de gevaren van ontbossing en bodemerosie,

* In zijn academisch proefschrift „Verontreinigde Lucht" stelt de Nederlandse arts K. Biersteker: „De definitie van gezondheid van vandaag luidt (echter) dat gezondheid niet gezien moet worden als afwezigheid van ziekte, doch als aanwezigheid van welbevinden, ook geestelijk (WHO 1948, Hanlon 1960). In dit verband is er geen ruimte voor twijfel dat hinder door luchtverontreiniging een medisch ongewenst verschijnsel is, dat gezondheidsautoriteiten zoveel mogelijk dienen te voorkomen".

wil tenminste de gehele structuur van de stedelijke ontwikkeling niet te gronde gaan aan watertekort en luchtverontreinigingscrises van het Donora-type. Zowel in kuststreken als in vele landinwaarts gelegen gebieden moeten wij alles doen wat in ons vermogen ligt om een hoge waterstand te handhaven. Als wij nalaten de bevolkingsdichtheid aan te passen aan de plaatselijke waterreserves, riskeren wij de invasie van onze kostbare grondwaterreserves door zout water, of dat nu van de oceanen afkomstig is of uit de overblijfselen van oeroude ondergrondse zeeën. Speelt dit verziltingsproces zich op voldoende grote schaal af, dan zou deze invasie gemakkelijk zowel de bodem als het klimaat en de waterreserves van een geheel vastelandsgebied kunnen ondermijnen en dit ongeschikt maken voor menselijke bewoning. Om kort te gaan: stedelijke planologie omvat niet alleen een intelligente bemoeienis met de *sociale* bestemmingen van gronden om daarop scholen, ziekenhuizen, fabrieken, woningen, parken en gemeenschapscentra te bouwen en aan te leggen; zij vereist ook in *biologisch* opzicht een vooruitziende blik. Grond moet worden beschouwd als een organisch deel van een duidelijk begrensd complex van mogelijkheden en hulpbronnen, binnen het kader waarvan verdere uitgroei van de stad slechts tot een bepaalde limiet kan worden toegestaan. Een tijd lang kan men deze natuurlijke limiet nog met allerlei kunstgrepen en met belangrijke technologische nieuwigheden omzeilen, en de illusie scheppen dat er geen grens bestaat aan de uitbreiding van de stad. Uiteindelijk treden echter regionale eigenaardigheden naar voren – niet als deugden die de gemeenschap stimuleren, maar als kritieke situaties, die de levensvatbaarheid, zo niet het naakte bestaan van het gebied op het spel zetten.

UITSTEL VAN EXECUTIE

Moeten wij dus concluderen dat onze steden bezig zijn hopeloos in het slop te verzeilen? Zijn „stress", lucht- en waterverontreiniging en een „zittend leven" de onvermijdelijke bijprodukten van het moderne stadsleven? Het zou zeer oneerlijk zijn, te beweren dat het opgevoerde levenstempo en de verontreiniging waaraan de stadsbewoners zijn blootgesteld, zouden kunnen worden teruggebracht tot een punt waar zij gunstig zouden afsteken bij het levenstempo en bij het betrekkelijk onbezoedelde leefmilieu van de geïsoleerde, stabiele agrarische gemeenschap. In elke beschaving die gebaseerd is op energiebronnen zoals hout, kolen en petroleumprodukten, heeft de luchtverontreiniging de neiging mee te groeien met de bevolkingsdichtheid en de toeneming van de industrie. Dezelfde faktoren bevorderen onvermijdelijk ook de

waterverontreiniging. Naarmate de bevolkingsdichtheid toeneemt, roepen de opeenhopingen van mensen en de moeilijkheden om deze mensenmassa's te vervoeren, „stress-situaties" op, met als gevolg dat vele stedelingen te uitgeput raken door nerveuze overbelasting om zich na hun werkuren nog veel lichamelijke inspanning te getroosten. Een toenemend aantal leden van de gemeenschap heeft de neiging zich in een leven van groteske tegenstellingen te laten wegzinken: enerzijds ernstige overprikkeling tijdens de arbeidsuren (deels als gevolg van de wedijver die het leven in de grote stad beheerst, deels door de drukte en door de frustraties van het massale vervoer) en anderzijds een diepe lethargie tijdens de uren van „ontspanning". Het dagelijkse leven is in hoge mate onevenwichtig; de stadsmens wordt heen en weer geslingerd tussen twee verwoestende uitersten – overmatige *psychische* activiteit en een vrijwel volkomen afwezigheid van *lichamelijke* activiteit.

Ongetwijfeld zijn er tal van corrigerende maatregelen te bedenken welke elke stedeling individueel zou kunnen treffen om deze schadelijke onevenwichtigheid in zijn levenswijze op te heffen. Een grote verscheidenheid aan persoonlijke remedies van uiteenlopende verdienste is in de loop der jaren in druk verschenen – van de „kant-en-klaar"-leefregels van de Metropolitan Life Insurance Company in haar welbekende boekje *„Stress"* tot dr. Edmund Jacobsons populaire werk *„You must relax"* – („U moet zich ontspannen") – een imperatieve raadgeving, waarmede vermoedelijk slechts weinig stedelingen het niet eens zullen zijn. Bijna alle autoriteiten op dit terrein dringen er op aan, de arbeid een tegenwicht te geven in het spel; zij wijzen erop dat de mens van tijd tot tijd „stoom moet afblazen" en dat hij in het ergste geval „er eens helemaal uit" moet. Het feit dat deze recepten in enkele alledaagsheden kunnen worden samengevat, vormt het overtuigende bewijs dat zij door het publiek algemeen aanvaard worden. Dr. Jacobson heeft er enkele „oefeningen" bijgevoegd die ten doel hebben de spieren te ontspannen, bijvoorbeeld „hoe kan ik mij ontspannen in liggende houding" en „hoe kan ik mij ontspannen tijdens het werk". Om een *teveel* aan lichamelijke ontspanning te voorkomen, heeft men voor het grote publiek een aantal militaire handleidingen herdrukt; zij bevatten aanwijzingen voor mensen met een zittend leven om met een minimum aan inspanning hun spieren nieuwe veerkracht te geven. Natuurlijk zijn deze oefeningen heilzaam. Het zou inderdaad in aanzienlijke mate de gezondheid van elke volwassene ten goede komen als men niet alleen stoom afblies, zijn moeilijkheden uitpraatte, of zich „wetenschappelijk" op een rustbank leerde ontspannen, maar bovendien

op zijn gemak kon eten, naar huis slenteren (om zodoende een gezonde wandeling te combineren met een half uurtje bezinning) om er tenslotte „eens helemaal uit te gaan" zonder eerst urenlang over propvolle autowegen of met stampvolle bussen en treinen te moeten rijden.

Een der meest gerechtvaardigde bezwaren tegen de moderne stad is echter dat zij het een steeds toenemend aantal van haar inwoners steeds meer fysiek onmogelijk maakt zich zelfs maar op heel bescheiden schaal met de herwinning van hun levenskracht bezig te houden. Hoewel het leven in een metropool nu eenmaal tal van bedreigingen van de volksgezondheid in zich houdt, zouden vele van die bedreigingen met een minimum aan burgerzin kunnen worden uitgeschakeld. Neem bijvoorbeeld die afschuwelijke opeenhopingen van mensen in de ondergrondse, in de stadsbussen en veelal ook in de voorstadtreinen. Meer dan de helft van het totale dagelijkse vervoer van de New Yorkse ondergrondse speelt zich tijdens de ochtend- en avondspits af. Een heel gematigde spreiding van de aanvangsuren van kantoren en fabrieken zou het ondergrondse vervoer althans draaglijk kunnen maken, en wie weet zelfs redelijk comfortabel, maar op weinig gunstige uitzonderingen na is deze oplossing door het grootste deel van de plaatselijke zakenwereld volkomen genegeerd. Sommige overheidsdiensten hebben met veel succes de aanvangstijden van de dagelijkse arbeid van hun ambtenaren gespreid, en een aantal particuliere kantoren heeft voor hun personeel dit voorbeeld gevolgd. Enquêtes naar de praktische mogelijkheid om voor de gehele stad een dergelijke spreiding van de aanvangsuren tot stand te brengen, hebben zeer positieve resultaten opgeleverd – hetgeen niet wegneemt dat de overweldigende meerderheid van de industriële werkers in de stad nog steeds 's morgens om 8 uur of half negen dient te beginnen – na welk tijdstip een nieuwe stormloop begint – ditmaal van kantoormensen die klokke 9 achter hun bureau moeten zitten.

Tal van stedelijke overheden zouden zich de onsterfelijke dank van de burgerij verwerven als zij voor de aanleg, de uitbreiding of alleen maar de modernisering van ondergrondse vervoerssystemen zouden zorgen. Ingenieurs hebben er sedert 1920 op aangedrongen Los Angeles van een ondergrondse te voorzien – met opmerkelijk weinig succes, waardoor de stad onberekenbare schade werd toegebracht. Wat San Francisco betreft – na een halve eeuw met het denkbeeld van een ondergrondse stadsspoorweg te hebben gespeeld, heeft deze stad zich nu eindelijk aan een ambitieus stelsel van openbare, onder- en bovengrondse verbindingen gewaagd, dat een miljard dollar zal vergen en dat in de aan-

vang van de jaren '70 gereed zal zijn. Maar in het grootste deel van de Verenigde Staten is de aanleg of de uitbreiding van „subways" tot stilstand gekomen. Weliswaar denkt men in Los Angeles nog steeds over een subway, en heeft men onlangs in Toronto (Canada) met groot succes een subway in bedrijf gesteld, terwijl ook vele Europese steden * de bouw of de exploitatie van nieuwe ondergrondse spoorwegen of andere systemen van snelvervoer ter hand hebben genomen, maar er bestaan in Amerika vrijwel geen serieuze plannen voor ondergrondse verbindingen in de gebieden waar deze het meest nodig zijn. Al jarenlang heeft men op de mogelijkheden voor uitbreiding van het subwaystelsel van New York gewezen, maar nog steeds is het onwaarschijnlijk dat men veel verder zal komen dan het stadium van praten en plannen maken.

De voordelen van vrijwel elke soort railvervoer boven de automobiel zijn enorm. Een trein kan met slechts 1500 pk twee- à driehonderd mensen comfortabel vervoeren met een snelheid van 120 km per uur en een bemanning van 3 of 4 beambten, terwijl voor het vervoer van hetzelfde aantal mensen per automobiel honderdvijftig personenauto's nodig zouden zijn met een gezamenlijk vermogen van omstreeks 15.000 pk. Het forensen per auto kost dus minstens tien maal zoveel energie ** als met de trein, en meer dan dertig maal zoveel mensen om de voertuigen te besturen – nog afgezien van de diensten van verkeersagenten, patrouille-auto's etc.

De bedragen welke de gemeenschap moet opbrengen om dit even inefficiënte als moeizame autoforensenverkeer in stand te houden, zijn verbijsterend hoog. Zo zijn bijvoorbeeld de aanlegkosten van wegen en parkeervoorzieningen om het automobielverkeer van de voorsteden naar het centrum van New York op te vangen, zestien maal zo hoog als de kosten die zouden moeten worden gemaakt om deze mensenhorden door middel van ondergrondse spoorwegen te vervoeren. Men heeft geschat dat wanneer de voorsteden van New York en Philadelphia door een enkel spoorwegstelsel zouden worden bediend, de betrokken gebieden in totaal zeven miljard dollar aan de aanleg van snelwegen en bijkomende kosten zouden besparen.

De eigen rijkosten van de autoforens en zijn uitgaven voor parkeren en onderhoud vormen eveneens een zware financiële

* Na Rotterdam heeft nu ook Amsterdam – een stad met een buitengewoon nijpend verkeersprobleem – grootscheepse plannen voor een metro gepubliceerd.

** In Europa, waar veel met kleinere auto's wordt gereden, zou dit mogelijk omstreeks zes maal zoveel energie zijn.

last. „Vaak vergelijkt de automobilist alleen de kosten van brandstof en smeerolie met de kosten van een treinkaartje voor dezelfde afstand", aldus Gottman. „Hij vergeet dan echter de afschrijving van de auto, het onderhoud en de verzekering, omdat hij immers toch een eigen auto zou hebben gehad, ook als hij treinforens zou zijn geweest. (In gezinnen die over twee auto's beschikken, zou men dikwijls met één auto kunnen volstaan als de man zijn dagelijkse gang naar de arbeidsplaats met een ander vervoermiddel zou kunnen maken.) Maar wanneer hij de volgepropte stadswijken bereikt, betaalt de automobilist in de meeste gevallen parkeergelden, die behoorlijk kunnen oplopen; het toenemende aantal tolwegen herinnert hem er eveneens aan dat zijn uitgaven voor benzine niet zijn enige kosten vormen. Telt men de parkeergelden en de heffingen voor het gebruik van wegen, bruggen en tunnels bij de persoonlijke uitgaven voor het houden van een auto, dan maakt het totale bedrag dat door de Amerikanen aan gemotoriseerd transport wordt besteed een belangrijk, voortdurend stijgend deel van hun inkomen uit".

Maar de zwaarste tol welke dit verkwistende automobielverkeer eist, is misschien wel de tol aan menselijke gezondheid. Hoewel de automobiel een der voornaamste bronnen van luchtverontreiniging is, zou elke poging om haar gebruik in het voorstadsverkeer te beknotten niet minder dan een revolutie in de Amerikaanse levensbeschouwing vereisen. Zelfs bescheiden en uiterst welwillende suggesties om het gebruik van privé-voertuigen in sommige delen van grote stedelijke gebieden zoals New York te beperken, zijn op volkomen afwijzing gestuit. Reeds in 1870 deed Egbert L. Viele het voorstel, een poging te doen om het zuidelijke deel van Broadway en Wall Street te overdekken, om zodoende een ongestoord voetgangersverkeer mogelijk te maken; men sloeg echter geen acht op zijn denkbeelden. In 1961 presenteerden Percival en Paul Goodman een uitvoerbaar plan om „het eiland Manhattan voor alle auto's te verbieden, met uitzondering van stadsbussen, kleine taxi's, de auto's van onmisbare diensten (zoals politie, stadsreiniging, ambulances), de auto's van artsen en kleine bestelwagens". Aangevuld met deze uitzonderingen was het plan niet alleen praktisch, maar ook volkomen onschuldig van aard. Aangezien meer dan een derde van het grondgebied van Manhattan door verkeerswegen wordt ingenomen, zou het voorstel zowel volwassen voetgangers en kinderen als de burgerij in haar geheel in de gelegenheid stellen, de voordelen van het stadsleven te genieten „met een minimale verstoring van het bestaande stramien". De Goodmans wijzen met klem op de grote voordelen van het voorstel. Belangrijk is de onmiddellijke geestelijke en emotionele

ontspanning, die er het gevolg van zou zijn; er zou een einde komen aan het verschrikkelijke lawaai, de lucht zou gezuiverd worden van kwalijke dampen, de voetgangers zouden meer ruimte hebben en de veiligheid van de kinderen zou ten zeerste worden bevorderd". Victor Gruen, een vooraanstaand stedebouwkundige en architect, heeft een soortgelijk voorstel ingediend voor Fort Worth (Texas), en meer recentelijk voor het schiereiland Manhattan. In 1961 stelde Gruen een bescheiden plan op om Welfare Island in New Yorks East River in een autoloze woonwijk te herscheppen. Geen van deze plannen werd aanvaard – noch het Goodman-plan voor Manhattan, noch de plannen van Gruen voor Fort Worth en Welfare Island, hoewel de luchtverontreiniging door automobielen juist in de door de plannen bestreken stadsdelen bijzonder intens is – een gevolg van het voortdurend rijden – stoppen – stationair draaien – optrekken en accelereren. Deze motorcyclussen produceren het leeuwedeel van de koolwaterstoffen en de stikstofoxyden in de uitlaatgassen. In enkele betrekkelijk kleine Amerikaanse gemeenten – te weten Kalamazoo, Miami Beach en Rochester – zijn speciale afgeschutte voetgangerswegen ingesteld, maar in de voornaamste steden van de westelijke wereld ontbreken deze geheel en is de lucht in letterlijk alle drukke straten bezwangerd met smerige uitlaatgassen.

Het is natuurlijk niet moeilijk te begrijpen, waarom de bureaucratie voorstellen als die van Goodman en Gruen als „utopieën" afdoet of ze als „vergezocht" bestempelt; het is immers veel eenvoudiger, en naar men aanneemt van meer werkelijkheidszin getuigend, om een stad te verminken met (miljarden verslindende) autowegen. Maar het falen van de gemeentelijke autoriteiten om praktische methoden in te voeren ter beteugeling van de luchtverontreiniging door automobielen, door particulieren of door de industrie, is volstrekt onverdedigbaar. Omstreeks 30 percent van de gasvormige emissies van automobielen vindt zijn oorsprong in het doordringen van benzinedamp naar het oliecarter via de zuigerveren. Deze z.g. „blowby"-emissies zijn beslist onder controle te brengen. Een z.g. „variable-orifice metering system" bestaande uit een buisje met regelbare klep dat het carter met het inlaatspruitstuk van de motor verbindt, maakt een einde aan de uitstoting van „blowby"-gassen tijdens het stationair draaien van de motor, of op de momenten waarop men gas mindert of met lage snelheid rijdt.

Een tweede toestel, het „direct vent tube"-systeem, verbindt het carter met de luchtinlaat van de carburateur of met het luchtfilter. Dit systeem van rechtstreekse carterventilatie bestaat uit een simpele buis die slechts een minimaal onderhoud vergt. Het systeem

werkt het best wanneer de motor vol gas draait. Elk van deze methoden compenseert in de praktijk de tekortkomingen van de andere; het eerstgenoemde systeem met regelbare klep brengt bijvoorbeeld die „blowby"-gassen onder controle, die *niet* door het systeem van rechtstreekse ventilatie onschadelijk worden gemaakt en omgekeerd. „Een combinatie van beide systemen zou in theorie een systeem met 100 percent efficiency kunnen opleveren" – aldus een rapport van de U.S. Public Health Service. „Studies met betrekking tot een gecombineerd regelapparaat wijzen erop dat het in de praktijk inderdaad mogelijk is tot een voor honderd percent bevredigende werking te komen".

Vrijwel het gehele restant van de door de motor geproduceerde emissies – omstreeks 70 percent van het totaal – wordt als uitlaatgas uitgestoten. Deze uitlaatgassen zijn moeilijker onder controle te brengen dan de „blowby", maar er zijn onder de algemene benaming „nabranders" – juister: „na-verbranders" – minstens twee veelbelovende systemen ontwikkeld. De „direct-flame afterburner" is gebaseerd op methoden om de onverbrande uitlaatgassen te ontsteken, bijvoorbeeld door middel van een bougie. De „katalytische" naverbrander leidt de onverbrande uitlaatgassen over een katalysatorbed, waar zij bij lagere temperatuur worden verbrand dan in de naverbrander met rechtstreekse verbranding.

De beste methode om de verontreiniging uit de uitlaatpijpen onder controle te krijgen, zou zijn de constructie van de motoren te verbeteren. Zou men de benzine werkelijk volledig kunnen verbranden, dan zou er een scherpe daling optreden in de hoeveelheid smogvormende emissies uit de uitlaatpijpen. Maar Amerikaanse automobielmotoren schieten op verrassende wijze tekort wat de volledige verbranding van de brandstof aangaat. „De gezamenlijke emissies van een automobielmotor veroorzaken een verlies aan brandstofenergie van omstreeks 15 percent, dat is voor de gehele Verenigde Staten een economisch verlies van omstreeks 3 miljard dollar per jaar", aldus dr. A. J. Haagen-Smit. „Het is opmerkelijk dat de automobielindustrie, die toch een reputatie van efficiency heeft, een dergelijke brandstofverspilling toelaat. Mogelijk dat een gecombineerde aandrang om zowel tot een hogere efficiency als tot geringere luchtverontreiniging te komen, uiteindelijk tot een relatief 'smogloze' auto zal leiden".

De meeste aandrang kwam tot dusverre van de federale autoriteiten. Als gevolg van een rechtstreekse waarschuwing van de minister van Volksgezondheid, Onderwijs en Welzijnszorg om een nationale wetgeving in te voeren, waarbij de toepassing van apparaten ter bestrijding van de luchtverontreiniging door automobielen verplicht wordt gesteld, ging de auto-industrie er ten-

slotte mee accoord in haar 1963-modellen „blowby"-toestellen in te bouwen. Deze toestellen kunnen in het gunstigste geval de hoeveelheid door *nieuwe* automobielen uitgestoten koolwaterstoffen met 25 à 35 percent verminderen. Het kan vijf tot tien jaar duren eer de meeste gemeenten werkelijk de vruchten van het gebruik dezer toestellen zullen plukken. Die voordelen zullen echter zonder twijfel weer grotendeels teniet worden gedaan door de verdere toeneming van het automobielverkeer die in de toekomst kan worden verwacht. Hoewel vele van de met veel ophef aangekondigde programma's van de afzonderlijke Amerikaanse staten om de luchtverontreiniging door automobielen tegen te gaan, zich op „blowby"-toestellen concentreren, zijn plaatselijke maatregelen bij lange na niet voldoende om de uitlaatpijpen van automobielen onder controle te brengen – en het zijn deze gassen uit de uitlaatpijpen die de voornaamste bron vormen van de door auto's geproduceerde smogvormende stoffen.

De bittere waarheid is dat slechts één staat – Californië – tot dusverre het probleem van de luchtverontreiniging door automobielen serieus heeft aangepakt. In april 1960 nam deze staat een wet op de smogbestrijding aan, waarbij automobielfabrikanten verplicht werden in hun 1961-modellen toestellen aan te brengen om carter-emissies onder controle te brengen. Meer recentelijk, in juni 1964, dwong de „California Motor Vehicle Pollution Control Board" de fabrikanten kleur te bekennen door haar goedkeuring te hechten aan een apparaat dat de in veel grotere hoeveelheden geproduceerde *uitlaatgassen* onder controle moest brengen. Als resultaat van een in augustus 1964 met deze Californische overheidsinstantie gehouden bespreking, beloofden de automobielfabrikanten om de bedoelde apparaten in hun 1966-modellen aan te brengen en verbeteringen in de motoren te realiseren waardoor het grootste deel van de smogvormende koolwaterstoffen die door auto's worden geproduceerd onder controle wordt gebracht, althans in Californië. Of deze wijzigingen ook zullen worden aangebracht in motorvoertuigen die elders in het land verkocht worden, staat nog te bezien. Tot dusverre hebben de met het toezicht op de luchtverontreiniging belaste overheidsinstanties in andere staten van de U.S.A. een afwachtende houding aangenomen. Kennelijk willen deze instanties eerst zoveel mogelijk opsteken van de in Californië opgedane ervaringen. Of, zoals het Congreslid Paul F. Schenck het tijdens de in 1962 gehouden Nationale Conferentie inzake de Luchtverontreiniging stelde: „Over het algemeen heeft geen onzer zijn verantwoordelijkheid in dezen beseft. De hoeveelheid werk die op dit terrein is verzet, is ontstellend klein, hoewel de verlokking van een lucratieve markt

voor apparaten die deze vorm van verontreiniging zouden kunnen tegengaan, in Californië op beperkte schaal de industriële research heeft gestimuleerd".

Als de ontwikkeling van de bedoelde apparatuur inderdaad afhangt van de „verlokkingen van een lucratieve markt" is het des te opmerkelijker dat er op het terrein van de beheersing van de industriële luchtverontreiniging „überhaupt" enige vooruitgang is geboekt. De vraag naar deze technieken is n.l. gering. Vele fabrieken hebben vierkant geweigerd doeltreffende apparatuur ter bestrijding van de luchtverontreiniging te installeren; in sommige gevallen waren zij zelfs zo onbeschaamd de betrokken gemeente met overplaatsing van hun bedrijf naar elders te dreigen, als men hun vrijheid om de atmosfeer te verontreinigen aan banden zou leggen. Zo deelde een ambtenaar van de gemeentelijke gezondheidsdienst van de stad New York aan Edith Iglauer van „*The New Yorker*" mede dat een grote koperraffinaderij in Carteret – een gemeente in New Jersey die rechtstreeks aan Staten Island grenst – „zoveel zwaveldioxyde in de lucht blaast dat niemand in Carteret er een grasveldje bij zijn huis op na kan houden. Het is de droevigste gemeente die je ooit gezien hebt. Je ziet er nergens gras en er is ook geen mogelijkheid om het ooit ergens te laten groeien, maar als iemand daar te veel drukte over maakt, dreigt de industrie hier weg te trekken, en dat zou dan hongerlijden worden voor de hele gemeente".

Nu moet men toegeven dat het probleem van de zwavel in kopererts formidabel is, hoewel er natuurlijk bezwaar zou kunnen worden gemaakt tegen de vestiging van een koperraffinaderij in een dicht bevolkt grootstedelijk gebied. Het grootste deel van het zwaveldioxyde in de stadslucht is echter afkomstig van het stoken van steenkool en olie. De meeste stedelingen zijn volmaakt onkundig van het feit dat de luchtverontreiniging die door deze bronnen wordt veroorzaakt, aanmerkelijk zou kunnen worden gereduceerd door het gebruik van brandstoffen met een laag zwavelgehalte. In Los Angeles, waar al verscheidene jaren wettelijke beperkingen bestaan van het zwavelgehalte van brandstoffen, stijgt het zwaveldioxydegehalte van de lucht zelden boven de 0,07 ppm (delen per miljoen). In New York City, waar dergelijke beperkingen eerst eind 1964 werden ingevoerd, deelt de gemeentelijke afdeling ter bestrijding van de luchtverontreiniging („Air Pollution Control Board") mede dat het zwaveldioxydegehalte van de lucht „vaak gedurende korte perioden boven de 1 ppm stijgt".

Hoewel er een duizelingwekkende verscheidenheid aan technieken ter bestrijding van roet, stof en schadelijke gassen is ontwikkeld, is de preventieve benadering nog steeds het meest effec-

tieve middel om industriële en huishoudelijke luchtverontreinigingen tegen te gaan. De door de lucht voortgedragen verontreinigingen die niet van voertuigen afkomstig zijn, zouden drastisch kunnen worden verminderd door: a. inefficiënte stookeenheden te moderniseren of te verbouwen, b. door grote ketels door kleinere te vervangen en c. door de stoomvoorziening van grote aantallen stedelijke districten te centraliseren, waardoor het aantal afzonderlijke stookketels veel kleiner zou worden. Vele volksgezondheidsautoriteiten zouden al tevreden zijn als men het vraagstuk van de luchtverontreiniging nu eens ernstig begon te nemen, en wanneer men krachtige maatregelen zou gaan treffen tegen de bezoedeling van de atmosfeer. Hoewel luchtverontreiniging telken jare voor een waarde van miljarden dollars aan eigendommen verwoest en een ernstig gevaar voor de volksgezondheid oplevert, hebben nog slechts zeer weinig Amerikaanse staten voor hun gehele grondgebied geldende standaarden voor luchtzuiverheid opgesteld. De stad New York, de dichtst bevolkte gemeenschap in de U.S.A., besteedt het schijntje van negen dollarcenten (*f* 0,32) per inwoner per jaar aan bestrijding van de luchtverontreiniging en heeft slechts één inspecteur in dienst voor de controle van elke 25 vierkante kilometer van het stedelijke grondgebied. Het is waar dat Los Angeles en San Francisco zich kunnen beroemen op het feit dat zij over een efficiëntere methode van toezicht op de luchtverontreiniging beschikken, maar talrijke Amerikaanse gemeenten liggen nog ver achter bij New York; er zijn er zelfs die in het geheel geen toezicht houden op de luchtverontreiniging.

Tot voor kort concentreerden de federale programma's voor het toezicht op de luchtverontreiniging zich vrijwel geheel op research, enquêtes en technische hulp aan plaatselijke instanties. Bij afwezigheid van hulp door het bestuur van de staat waartoe een bepaalde zwaar verontreinigde gemeente behoorde, moest zo'n gemeente haar eigen boontjes zien te doppen. De dampkring van de aarde respecteert echter noch politieke indelingen van de aardbodem, noch onderverdelingen of wettelijke spitsvondigheden en het werd al gauw duidelijk dat slechts een nationale inspanning ernstige luchtverontreinigingscrises in diverse delen van de Verenigde Staten zou kunnen afwenden. In december 1963 werd een „Clean Air Act" (Wet tegen de Luchtverontreiniging) van kracht, waarbij de bestaande federale programma's werden uitgebreid en rechtstreeks financiële bijstand werd mogelijk gemaakt aan met het toezicht belaste gemeentelijke, regionale of staatsinstanties. De nuttige uitwerking van deze wet kàn nauwkeurig worden afgemeten aan de fondsen welke voor haar handhaving werden uitgetrokken. De Clean Air Act autoriseert een bedrag van slechts

35 miljoen dollar voor 1967. Let wel, het grootste deel van deze gelden is bestemd voor het op gang brengen van research, training en technische hulpprogramma's. De minister van Volksgezondheid, Onderwijs en openbaar welzijn mag niet meer dan 20 percent van de uitgetrokken bedragen ter beschikking van plaatselijke instanties stellen, te weten 7 miljoen dollar voor het begrotingsjaar 1967. Inzake het probleem van de luchtverontreiniging kan dan ook met recht worden gesteld dat de federale berg een muis heeft gebaard.

Waterverontreiniging vertegenwoordigt een minder „tastbaar" vraagstuk dan luchtverontreiniging, omdat niemand een duidelijk inzicht heeft in haar omvang en complicaties. Afgezien van epidemieën van hepatitis (leverontsteking) en de zichtbare bewijzen van vissterfte, is het probleem vaak moeilijk in dramatische termen te omschrijven – en nog moeilijker op te lossen. „Laat ons hierin eerlijk zijn jegens onszelf", zegt dr. Robert A. Kehoe van de Universiteit van Cincinnati. „Er bestaan eenvoudig geen specificaties voor het verband tussen de menselijke gezondheid en het menselijk welbevinden en de gebruikelijke verontreinigingen in vele van onze wateren. Wij zullen dit volksgezondheidsvraagstuk dan ook niet doelmatig kunnen aanpakken eer deze specificaties op nuchtere fysiologische feiten kunnen worden gebaseerd".

Om precies te zijn zouden wij moeten weten in hoeverre een dagelijks dieet van detergenten, bleekmiddelen, petrochemische afvallen, metallurgische afvalstoffen, insecticiden, kleurstoffen en radioactieve elementen (natuurlijk alle in uiterst kleine hoeveelheden) op de lange duur de menselijke gezondheid beïnvloedt. Wij zouden moeten weten welke nieuwe chemicaliën telken jare in onze waterreserves opduiken, maar zelfs als wij het antwoord op al deze vragen wisten, is het twijfelachtig of wij die verontreiniging voor het grootste deel zouden kunnen verwijderen. Zoals dr. Rolf Eliassen van de Technische hogeschool van Massachusetts („Massachusetts Institute of Technology") opmerkt, „kunnen deze nieuwe, buitenissige verontreinigingen met onze huidige, conventionele methoden van wateranalyse niet eens worden opgespoord . . . Intussen staat wel vast dat onze huidige waterzuiveringsprocédés niet tegen de in de komende tien jaren verwachte toeneming van de organische verontreiniging zullen zijn opgewassen".

Dit is een andere manier om uit te drukken dat men moeilijk de aandacht kan vestigen op de noodzaak van toezicht op de exotische chemicaliën in ons drinkwater, wanneer het land zich nauwelijks kan handhaven in zijn strijd voor de zuivering van doodgewoon rioolwater. In weerwil van de economische welvaart van de Ver-

enigde Staten schitteren duizenden gemeenten door de volledige afwezigheid van rioolwaterzuiveringsinstallaties – ofwel deze voldoen niet aan moderne eisen. Het gaat hier merendeels om kleine gemeenten, maar er bevindt zich ook een respectabel aantal gemeenten met meer dan 100.000 inwoners onder.

De federale regering legt aanmerkelijk meer ten koste aan de bestrijding van waterverontreiniging dan aan programma's voor het tegengaan van luchtverontreiniging. In 1963 gaf de regering bijna 115 miljoen dollar (ruim 400 miljoen gulden) uit ter bestrijding van de waterverontreiniging, en wel voornamelijk voor de bouw van afvalwaterzuiveringsinstallaties.

Maar hoewel deze bedragen op zichzelf tamelijk groot zijn, schieten zij hopeloos tekort. „De achterstand met betrekking tot dringend noodzakelijke projecten op het terrein van de gemeentelijke afvalwaterzuivering, komt, als men rekening houdt met de bevolkingsgroei en met de noodzaak van de voortdurende vernieuwing van bestaande, verouderde installaties, op een bedrag van 2,6 miljard dollar", aldus de waarschuwing vervat in het stafrapport over Waterverontreiniging van de Muskiecommissie. Toch bedragen op het ogenblik de jaarlijkse uitgaven voor de bouw van rioolwaterzuiveringsinstallaties door de gemeentelijke, staats- en federale overheden in de U.S.A. nog geen 600 miljoen dollar. Wordt de ontstellende kloof tussen de behoeften en de beschikbare financiële mogelijkheden voor de zuivering van het normale gemeentelijke rioolwater niet gedicht, dan zal het vrijwel onmogelijk blijken het hoofd te bieden aan de stroom van honderden nieuwe, vreemdsoortige chemicaliën die elk jaar opnieuw in de Amerikaanse wateren terecht komen – dat wil zeggen uiteindelijk ook in het drinkwater.

Maar evenmin als een uitbreiding van het openbare snelvervoer, zou de bouw van aanvullende waterzuiveringsinstallaties tot radicale verbeteringen in de „kwaliteit" van het moderne stadsleven leiden. De hier besproken plannen en mogelijkheden zijn slechts stopmiddelen op korte termijn, bedoeld om de volledige ineenstorting van de moderne grote stad te voorkomen. Zonder deze maatregelen kunnen wij zelfs niet hopen onze steeds meer verstedelijkende civilisatie *op het huidige peil* te handhaven. Wat wij op het ogenblik doen is in feite alleen maar tijd te winnen, in een poging de krachten af te weren die de geestelijke gezondheid en de structuur van de urbane maatschappijvorm ondermijnen.

Het gehele terrein van de milieugezondheid is tegenwoordig het voorwerp van diepe bezorgdheid voor hetgeen in feite de fundamenten zijn van onze gehele maatschappelijke orde. In een beschouwing over de toenemende spanningen van de stedelijke strijd

om het bestaan, waarschuwt het hoofd van het medische centrum van de universiteit van Californië, J. B. deC. M. Saunders, „dat Amerika hard op weg is een vrijwel geheel verstedelijkte natie te worden, die aan alle kanten wordt belaagd door de krachten van sociologische veranderingen. Zo sterk zijn deze krachten en de ermee gepaard gaande fysieke en emotionele overbelasting thans geworden, dat op den duur een op de tien inwoners eraan zal bezwijken en in een zenuwinrichting zal moeten worden opgenomen. Het is geen overdrijving wanneer men constateert dat als er niet spoedig een oplossing wordt gevonden, wij voor een massale geestelijke ineenstorting komen te staan."

Dezelfde apocalyptische toon valt te beluisteren in een rapport van de Directeur-generaal van de Volksgezondheid der Verenigde Staten, gericht tot de budgetcommissie van het Huis van Afgevaardigden. Na een overzicht te hebben gegeven van de roekeloze verontreiniging van het menselijke milieu, waarschuwt het rapport: „ook zonder de zaken te dramatiseren, kan men vaststellen dat zowel de huidige als de potentiële bedreigingen van ons levensmilieu niet alleen uiterst onwenselijke gevolgen kunnen hebben voor de gezondheid en het welbevinden van elke Amerikaan afzonderlijk, maar dat zij onder bepaalde omstandigheden ook grote delen van de bevolking als geheel zouden kunnen treffen en daarmede het bestaan van ons gehele volk op het spel zouden kunnen zetten".

Wat de luchtverontreiniging betreft zijn vrijwel alle deskundigen ervan overtuigd dat wij van de bestaande methoden om deze in te dammen niet meer mogen verwachten dan een tijdelijk uitstel, alvorens wij gedwongen worden onze toevlucht te nemen tot zeer radicale oplossingen van onze energieproblemen. „Er gaat tegenwoordig bijna geen jaar meer voorbij of de een of andere stad heeft wel te kampen met een periode van excessieve luchtverontreiniging tijdens welke de sterfte abnormale proporties aanneemt", aldus merkt dr. Morris Jacobs op. „En ieder jaar zijn er meer mensen, meer machines, meer brandstoffen, meer van alles en nog wat! Al onze verbeteringen aan auto's, en al onze maatregelen ter beteugeling van het rookprobleem doen in feite weinig meer dan het aftasten van de oppervlakte. Wij zijn nog maar nauwelijks in staat bij gunstige weersomstandigheden de 'status quo' te handhaven, maar in perioden van temperatuurinversie gaat de luchtverontreiniging met ons op de loop. Uiteindelijk zullen wij dus wel *gedwongen* worden op andere bronnen van thermische energie over te schakelen".

Natuurlijk kunnen wij de megalopool aan haar eigen kankerachtige ontwikkeling overlaten en de voortschrijdende ondermij-

ning van de menselijke gezondheid aanvaarden als de onvermijdelijke prijs voor de urbanisatie – totdat een punt wordt bereikt waar al de medische verworvenheden van de afgelopen twee eeuwen weer worden teniet gedaan door epidemieën van longkanker, emfyseem en ziekten van hart en bloedvaten, de z.g. cardiovasculaire aandoeningen. Een ontwikkeling als deze zou de ondergang van de stadsmens als levenskrachtig biologisch organisme kunnen inluiden en uiteindelijk tot een niet meer te stuiten achteruitgang van de menselijke soort kunnen leiden. Ook kunnen wij ons geheel blijven verlaten op incidentele, op een beperkt doel gerichte maatregelen, in de hoop daarmede de noodzaak van oplossingen op lange termijn te voorkomen. Maar onze stedelijke problemen zouden zich achter een wankele muur van foefjes van technologische *improvisaties* blijven opstapelen, tot het gehele bouwsel in het woest geweld van een plotselinge crisis zou ineenstorten.

Tenslotte is er dan de mogelijkheid, volkomen eerlijk jegens onszelf te zijn en de noodzaak van diep-ingrijpende vernieuwingen in het stadsleven te erkennen. Terwijl men over het nut van vele „vernieuwingen" van mening kan verschillen, dienen andere kennelijk te worden ingevoerd. Wil de mens de aarde blijven bewonen, dan moet hij zonder twijfel nieuwe vormen van energie vinden, en nieuwe vormen van vervoer als hij zijn industriële beschaving wil handhaven. Wil hij zijn musculatuur ongeschonden bewaren en zijn geestelijke en emotionele stabiliteit verzekeren, dan zal hij ook nieuwe levensstijlen moeten ontwikkelen. Maar als wij onze steden dan toch moeten reconstrueren om het naakte leven er niet bij in te schieten, is het dan te utopisch om te hopen dat wij het proces nog een stap verder zullen doorzetten om die steden een zo kunstzinnige gestalte te geven, dat zij de zichtbare uitdrukking worden van de in de mens schuilende mogelijkheden?

13 Wat zal de toekomst brengen?

Op het ogenblik vormen kolen en olie de voornaamste energiebronnen van de moderne stad, en is de verbrandingsmotor haar voornaamste transportmiddel. Kolen en olie, de zogenaamde *fossiele brandstoffen,* hebben de neiging de groei van reuzensteden te bevorderen. Het meest economisch laten zij zich toepassen in reusachtige elektrische centrales, in grote industriële en commerciële ondernemingen en in de verwarmingsketels van hoog oprijzende woningcomplexen. Wat de automobiel betreft, deze heeft een geweldige invloed op de schaalvergroting van de stedelijke samenleving door de mensen te voorzien van een persoonlijk, snel voortbewegend vervoermiddel, waarmede zij zich van de verafgelegen woonwijken naar de centra van handel en industrie kunnen begeven. Niet alleen overwint de auto op doeltreffende wijze de problemen van ruimte en tijd, maar zij verkleint bovendien de problematiek van het isolement der voorsteden. Alleen al de eisen en mogelijkheden van deze technologie leiden ertoe dat de steden gigantische afmetingen gaan aannemen en tenslotte tot stedelijke gordels gaan samensmelten.

Wij kunnen thans echter met zekerheid vaststellen dat deze gehele technologie haar historische beperkingen heeft. Wil de industriële beschaving blijven voortbestaan, dan zal de mens geheel nieuwe energiebronnen moeten aanboren. Binnen een of twee eeuwen zullen de goedkope fossiele brandstoffen in de Verenigde Staten geheel zijn uitgeput, en het spreekt vanzelf dat de wereldreserves vermoedelijk snel zullen slinken naarmate de minder ontwikkelde naties zich langs traditionele technologische lijnen gaan ontwikkelen. Maar zelfs al zouden de olie- en kolenreserves nog voor duizenden jaren voldoende zijn, dan nog zouden wij er niet op mogen rekenen onze op het gebruik van fossiele brandstoffen gebaseerde technologie voor altijd te kunnen handhaven. Luchtverontreiniging vormt niet alleen een bedreiging voor de volksgezondheid, maar ook voor de stabiliteit van het weer. Het toenemende verbruik van kolen en olie door de mens heeft tot gevolg dat jaarlijks 600 miljoen ton kooldioxyde aan de dampkringslucht wordt toegevoegd, of omstreeks 0,03 percent van de

totale luchtmassa van de atmosfeer. In de afgelopen honderd jaar heeft de mens 260 miljard ton van dit gas aan de aardse dampkring toegevoegd, hetgeen een stijging met 13 percent inhoudt. Deze „koolzuurdeken" leidt tot een geleidelijke stijging van de temperatuur van de dampkring, aangezien zij de warmteuitstraling van de aarde meer en meer belemmert. Meteorologen zijn van mening dat de onmiddellijke gevolgen van een stijgende temperatuur zich manifesteren in een verhoogde luchtcirculatie en in steeds verwoestender stormen. Theoretisch zou de gestegen temperatuur van de dampkring na een eeuwenlang voortgezette verbranding van fossiele brandstoffen zelfs de poolkappen van de aarde kunnen doen smelten en de vastelanden doen onderlopen. Al schijnt een dergelijke ramp ons thans ook nog ver in het verschiet te liggen, toch is zij symbolisch, zowel voor de catastrofale gevolgen welke onze irrationele civilisatie voor het evenwicht in de natuur kan hebben, als voor de geweldige problemen waarvan wij de oplossing aan volgende generaties overlaten.

Natuurlijk zouden wij onze toevlucht kunnen nemen tot kernbrandstoffen en ons geheel op atoomenergie kunnen verlaten om ons bij te staan in onze strijd tegen de epidemische stedelijke luchtvervuiling. Maar vele deskundigen beschouwen tegenwoordig het gebruik van kernenergie in grote stedelijke zones als een ernstig probleem. Zoals dr. Jacobs met nadruk stelt „vermenigvuldigt de kernenergie slechts onze verontreinigingsproblemen, daar zij ons blootstelt aan een nieuw gevaar: dat van het radioactieve afval". Dr. Jacobs' mening komt op het volgende neer:

> De grondgedachte is, op te houden met het gebruik van kolen en olie als voornaamste warmtebronnen, en in plaats daarvan energiebronnen aan te boren, die geen luchtverontreiniging veroorzaken. Zo maken wij bijvoorbeeld nog geen gebruik van de energie der getijden. Onder de regering van Franklin D. Roosevelt werd met het z.g. Passamaquoddy Project een hiertoe strekkend voorstel gedaan, en onlangs werd het denkbeeld opnieuw naar voren gebracht. Ook zou de energie van de golven langs onze kusten kunnen worden getemd om er elektriciteit mee op te wekken. Twee andere mogelijkheden voor energieproduktie liggen nog braak: de „warmtepomp" die de temperatuurverschillen in de aardkorst benut, en de brandstofcel die elektriciteit opwekt door middel van een simpele chemische reactie. Tenslotte zou ook de zonne-energie kunnen worden gebruikt. Wij zijn begonnen met de toepassing van zonnewarmte in woonhuizen, door op de daken buizenstelsels aan te leggen die met water gevuld kunnen worden. Overdag wordt dit water dan door de zonnewarmte verhit, waarna het 's nachts door de woning circuleert. Dit zelfde beginsel zou ook voor de opwekking van andere vormen van energie kunnen worden toegepast.

Mannen van uiteenlopende wetenschappelijke achtergronden voelen zich tegenwoordig gedrongen naar nieuwe takken van sociale

en technische wetenschappen te reiken voor een uiteindelijke oplossing van hun problemen – in het geval van dr. Jacobs (expert op het terrein van de volksgezondheid en vooraanstaand luchtverontreinigingsdeskundige) de grensgebieden van technologie en stedebouwkunde. Dr. Jacobs' inzichten zijn geen ijdele speculaties: bijna een eeuw lang hebben vooruitziende onderzoekers, ingenieurs en stedebouwkundigen de revolutionaire aspecten van de technologische vernieuwing bestudeerd, daar zij de belofte inhouden van een blijvend evenwicht tussen de mens en zijn natuurlijke milieu. In weerwil van het uitbundige optimisme van de negentiende eeuw, geloofden in die tijd slechts weinig waarnemers dat de lelijke industriesteden die door de Industriële Revolutie werden voortgebracht, de uiteindelijke bestemming van de stad vormden. De blijkbaar onverbiddelijke drang naar economisch en stedebouwkundig gigantisme ten spijt, stelden mannen als Charles Fourier, Robert Owen, William Morris, Peter Kropotkin, Patrick Geddes en Ebenezer Howard, om slechts enkelen hunner te noemen, zich gedecentraliseerde, uitgebalanceerde gemeenschappen voor ogen, die op een menselijke schaal zouden worden ingericht en die de culturele voordelen van de stad zouden combineren met de landelijke kwaliteiten van het dorp. „Stad en platteland moeten een huwelijk aangaan", verklaarde Ebenezer Howard, „en uit deze echtvereniging zal een nieuw leven ontspruiten, een nieuwe hoop en een nieuwe civilisatie".

Aanvankelijk bleven dit slechts onduidelijke visioenen, ver verwijderd van de werkelijkheden van die dagen. De baanbrekende utopisten en stedebouwkundigen van die tijd konden slechts aantonen dat de voortdurende uitbreiding van de steden het doel voorbijschoot, en meer problemen opwierp dan zij oploste. Heel geleidelijk, en zonder dat deze mannen het zich realiseerden, begonnen hun visioenen echter een praktische, alledaagse basis te vinden in de nieuwe gebieden van de technologie. Ingenieurs die zich nooit met de stedelijke planologie hadden beziggehouden, wendden nu het oog naar de elementaire krachten die hen omringden – de warmte van de zon, de furie van de wind, de kracht van de getijden – waaruit de mensheid (mits zij daartoe de juiste middelen vond) onuitputtelijke hoeveelheden energie zou kunnen betrekken zonder haar omgeving te schaden. Zij begonnen experimentele turbines, zonnereflectoren, warmtewisselaars en thermoelectrische toestellen te ontwerpen, die deze krachten konden bedwingen om ze in dienst van de menselijke behoeften te stellen. En thans, na tientallen jaren van geduldige en vaak ontmoedigende exploraties, staan wij op de drempel van een beslissende revolutie in de mobilisatie van deze krachten. Wij hebben een punt

bereikt waarop een rationele technologie kan worden ontwikkeld, die ons niet alleen zal bevrijden van de ellende van materiële nooddruft, maar ook van de bedreiging van een gevaarlijk verontreinigd leefmilieu.

Elke dag opnieuw voorziet de zon elke op middelbare breedte gelegen hectare van de aardbodem van een even grote hoeveelheid energie als er vrij zou komen bij de verbranding van bijna 7,5 ton steenkool. Als wij de zonne-energie die jaarlijks het vasteland van de Verenigde Staten bereikt ten volle zouden kunnen benutten, dan zouden wij over dezelfde hoeveelheid energie beschikken die ligt besloten in 1900 miljard ton bitumineuze kool. Deze energie zou geen roet, vliegas of giftige dampen produceren; zij zou „schoon" en onuitputtelijk zijn. Maar hoe kunnen wij ook maar een fractie van de zonne-energie vergaren die de aarde bereikt? Hoe kunnen wij deze opvangen en haar benutten om aan onze industriële en huishoudelijke behoeften te voldoen?

De meest voor de hand liggende manier is parabolische spiegels te ontwerpen om de hitte van de zonnestraling te concentreren. Deze spiegels kunnen zeer groot en gecompliceerd zijn, en worden voorzien van kostbare focusseerinrichtingen, waarmede temperaturen van duizenden graden kunnen worden bereikt. Reeds sedert 1920 maakt de metallurgische industrie gebruik van zonne-ovens waarin hoge temperaturen worden opgewekt. Zij worden toegepast voor metalen die speciale zuiverings- en fabricagetechnieken vereisen. Maar ook maakt men parabolische reflectoren die niet groter zijn dan een geopende paraplue en die met goedkope aluminiumfolie zijn gevoerd. In vele delen van de wereld waar conventionele brandstoffen duur en schaars zijn, worden thans voor het koken van de maaltijden simpele zonne-reflectoren gebezigd, die amper een paar tientjes kosten. Door wijzigingen aan te brengen in de constructie en de opstelling van de kleinere collectoren heeft men met opmerkelijk hoog rendement zonnewarmte kunnen toepassen om er huizen mee te verwarmen, machines te laten draaien, waterpompen voor irrigatiedoeleinden in beweging te brengen en in beperkte mate elektriciteit op te wekken. Zelfs kan zonne-energie worden opgeslagen en naar behoefte gebruikt zodra de zon niet meer schijnt. Deze energiereservoirs kunnen er heel eenvoudig uitzien: een zwarte doos gevuld met een vloeistof die de warmte vasthoudt. Maar ze kunnen ook heel gecompliceerd zijn en het uiterlijk hebben van het buizenstelsel in een groot gebouw. Een van de meest doeltreffende manieren om zonne-energie gelijkelijk over de dag en de nacht te verdelen, is het gebruik van een warmtepomp – een toestel dat bij lage temperaturen warmte concentreert om deze bij hogere temperaturen weer af te geven,

zodat zij doelmatiger kan worden benut. De warmte kan aan de aarde worden onttrokken of aan de omringende lucht; aan bronwater, en, zoals vanzelf spreekt, aan het zonlicht. In combinatie met andere toestellen voor het verzamelen en vasthouden van zonne-energie maakt de pomp het mogelijk een bescheiden eengezinshuis voor drie kwart, zo niet voor honderd percent van de benodigde warmte te voorzien. (Uiteraard zijn zonne-installaties het meest effectief in klimaatzones waar het jaarlijkse aantal uren zonneschijn gemiddeld een redelijke waarde bereikt.)

De fascinerendste technologische mogelijkheid op het terrein van het wetenschappelijke onderzoek van de zonne-energie is momenteel misschien wel de *rechtstreekse* omzetting van zonnewarmte in elektrische energie. In 1954 onthulden de Bell laboratoria een bijzonder efficiënte batterij voor de rechtstreekse omzetting van zonne-energie in bruikbare hoeveelheden elektriciteit. De batterij, bestaande uit een aantal op simpele wijze naast elkaar geplaatste strookjes silicium ter dikte van een ouwel, levert per vierkante meter aan de zon blootgestelde oppervlakte 50 Watt aan elektriciteit. Twee vierkante meter leveren voldoende elektriciteit voor een normale gloeilamp. Hoewel deze uit zonlicht verkregen elektriciteit mogelijk nimmer in grote hoeveelheden ter beschikking zal staan, kan zij zonder twijfel worden gebruikt voor telefoons, radio's, huishoudelijke apparaten en mogelijk voor elektrische auto's. (Een van zonnepanelen voorziene experimentele elektrische auto geconstrueerd door een Amerikaanse maatschappij, reed enkele jaren geleden door de straten van Amsterdam.) Ook vinden zonnecellen op grote schaal toepassing voor de energievoorziening van ruimtevaartuigen. Aan de verre horizon van de moderne wetenschappelijke research trachten biochemici de geheimen van de fotosynthese te ontsluieren – de merkwaardige reeks van chemische reacties, welke de planten in staat stelt door middel van zonne-energie water en koolzuur om te zetten in suiker. Wordt dit systeem van de fotochemie ooit ontraadseld, en tot economische ontwikkeling gebracht, dan zal dat technologische veranderingen met zich meebrengen die vergelijkbaar zijn met 's mensen ontdekking van de landbouw.

Maar zonne-energie is niet de enige „schone" krachtbron waarover de mens de beschikking heeft. Duizenden jaren lang hebben de landbouwers de wind gebruikt als energiebron voor het malen van graan, het oppompen van water uit de diepten van de aarde, het droogleggen van moerassen en het op peil houden van de polderwateren. Maar eerst thans worden de eerste pogingen ondernomen om de wind te „temmen", en met behulp van windkracht elektrische energie te produceren tegen prijzen die kunnen con-

curreren met die van fossiele brandstoffen. Reusachtige turbines, met zorg ontworpen om de kracht van de wind ten volle te benutten, vervangen de simpele windmolens van weleer. Onderzoekingen in de Verenigde Staten, Engeland en Frankrijk wijzen erop dat deze turbines elektriciteit kunnen opwekken voor slechts 1,8 cent per kilowattuur, een prijs die belangrijk lager ligt dan de kostprijs van elektrische energie in een grootstedelijk gebied zoals dat van de stad New York.

Het gebruik van windturbines voor elektriciteitsopwekking is echter geenszins altijd economisch aanvaardbaar. „De energie van de wind varieert met de derde macht van zijn snelheid", aldus een rapport van de commissie die de Amerikaanse president moet adviseren (de „President's Materials Policy Commission"). „Onder een snelheid van 30 km per uur heeft de wind zeer weinig energie. Om voor de Verenigde Staten in economisch opzicht attractief te zijn, moet de gemiddelde jaarlijkse windsnelheid omstreeks 45 km per uur bedragen, gemeten ter hoogte van het middelpunt van de as. In landen waar energie kostbaarder is dan in de Verenigde Staten, zouden ook minder krachtige winden bronnen van economisch bruikbare energie kunnen zijn. Afgezien echter van de vragen omtrent de economische voor- en nadelen zijn de voornaamste mechanische problemen van elektriciteitsopwekking door middel van windkracht opgelost, en men kan thans windkrachtinstallaties ontwerpen die in elk gebied met een redelijke hoeveelheid wind naar behoren hun taak blijven vervullen. Het aantal van deze gebieden varieert met de gemeentelijke en industriële behoeften aan elektrische energie. Een driejarig Brits onderzoek bracht aan het licht dat er in Engeland honderden plaatsen zijn waar men windkrachtcentrales zou kunnen bouwen. Zou men dat inderdaad doen, dan zouden deze installaties het land van miljoenen kilowatts aan elektrische energie kunnen voorzien en het jaarlijkse kolenverbruik met twee tot vier miljoen ton kunnen reduceren.

In 1940 werd op Grandpa's Knob, bij Rutland in Vermont een experimentele Smith-Putnam windturbine met een diameter van 57 meter en een capaciteit van 1250 kilowatt gebouwd. Jarenlang werkte de installatie tot volle tevredenheid. De opgewekte wisselstroom werd aan het elektriciteitsnet van de Central Vermont Public Service Company toegevoerd. Toen zich in de loop van de Tweede Wereldoorlog een storing voordeed, die als gevolg van materiaalschaarste niet kon worden opgeheven, werd de installatie buiten gebruik gesteld. Kleinere installaties, in de categorie van 100 kilowatt, werden in Schotland, Duitsland en Rusland gebouwd. In de Verenigde Staten hebben ingenieurs van de Fede-

rale Energie Commissie windgeneratoren ontworpen, die in de 8000 kilowatt-categorie vallen – een elektrisch vermogen dat voldoende is om een gemeente van 50.000 mensen van elektrisch licht te voorzien.

Op zoek naar andere „schone" energiebronnen heeft men in Frankrijk een projekt doen herleven dat tientallen jaren geleden de belangstelling had van de toenmalige Amerikaanse president Franklin D. Roosevelt – een dam die de oceaangetijden moest temmen om er elektrische energie mee op te wekken. Toen de president als jongeman op het familiebezit van de Roosevelts op het eiland Campobello nabij de Passamaquoddy Baai herstellende was van kinderverlamming, raakte hij gefascineerd door een plan om dwars door deze baai tussen Nova Scotia en Maine een dam te bouwen. Hoewel er jarenlang over het Passamaquoddy plan werd gedebatteerd, werd het projekt nooit uitgevoerd. Recente studies door het Ministerie van Binnenlandse Zaken hebben aangetoond dat een dam door de Passamaquoddy Baai economisch uitvoerbaar is en dat zo'n dam het grootste deel van Nieuw Engeland van voldoende elektrische energie zou kunnen voorzien.

De Fransen hebben hun eigen projekt ten uitvoer gebracht. In januari 1961 begonnen zij een reusachtige dam te bouwen aan de monding van de rivier de Rance, in Bretagne, waar het hoogteverschil tussen de getijden tot bijna veertien meter kon oplopen. De dam ligt als een gigantische sikkel voor de monding van de Rance, van de badplaats Dinard tot het schilderachtige Saint Malo. Het Rance-projekt is gebaseerd op een zeer eenvoudig beginsel: bij opkomende vloed wordt het water achter de dam opgesloten, waarna men het naar behoefte door turbines laat wegvloeien. In feite vormen de getijden dus zelf gigantische waterreservoirs achter de afsluitdijk. De opwekking van elektriciteit geschiedt dan op gelijksoortige wijze als in een conventionele hydroelektrische krachtcentrale. Men verwacht dat het Rance-projekt om te beginnen 544 miljoen kilowattuur per jaar zal opwekken.

Zonne-installaties, windturbines en getijdencentrales vormen de belangrijkste van de vele „schone" energiebronnen waarover de mens kan beschikken. Geen dezer installaties brengt op zichzelf de alles omvattende oplossing. Het grootste obstakel voor de ontwikkeling van een rationele technologie is misschien wel de algemeen heersende mening dat de mens voor de instandhouding van een geavanceerde industriële civilisatie slechts op een of twee energiebronnen is aangewezen. Deze opvatting is typerend voor de bekrompen visie die werd bevorderd door de industriële revolutie van de vorige eeuw, toen kolen – en later petroleum – het gehele raderwerk van de westerse samenleving draaiende hielden. Het

is dan ook typerend dat wij nucleaire brandstoffen nog steeds beschouwen als „de voornaamste", zo niet „de enige" bron van de huishoudelijke en industriële energie van de toekomst. De neiging om de mens vast te leggen op een enkele bron van energie of op een enkel technologisch stelsel is trouwens verantwoordelijk voor een aantal van de meest absurde onevenwichtigheden in het moderne stadsleven.

Het zou niet mogelijk zijn een hoog ontwikkelde industriële beschaving te grondvesten, uitsluitend op basis van zonne-energie, windkracht of zelfs getijdenkracht. Voor zover men op het ogenblik kan constateren, biedt slechts atoomenergie de mogelijkheid ons voor onbepaalde tijd van één enkele energiebron te voorzien. Een economie die uitsluitend, of slechts in hoofdzaak op atomaire brandstoffen zou zijn gebaseerd, zou echter verbijsterende hoeveelheden radioactief afval produceren, waarvan het zeer de vraag is of zij veilig zouden kunnen worden opgeborgen. Wanneer bijvoorbeeld slechts tien percent van onze huidige elektrische energieproduktie door kernbrandstoffen zou worden geleverd, zouden wij ons van omstreeks 150 miljard curies aan radioactief afval moeten ontdoen, waaronder 2,6 miljard curies aan radioactief strontium 90 en 2,3 miljard curies aan caesium 137. De kans is groot dat op den duur iets van deze hoogst schadelijke afvallen tot het levensmilieu van de mens doordringt, waarbij tenslotte niveaus zouden kunnen worden bereikt die onherstelbare schade zouden kunnen aanrichten.

Hoe kunnen wij dus over „schone" energiebronnen beschikken zonder ons al te veel vast te leggen op het gebruik van kernbrandstoffen? Het spreekt vanzelf dat dit zou moeten gebeuren door de verschillende bronnen van „schone" energie in te passen in een zorgvuldig ontworpen algemene structuur – een energiestructuur welke gebaseerd zou dienen te zijn op de mogelijkheden en beperkingen van het gebied in kwestie. Om zonne-energie, windkracht en getijdenenergie doelmatig te gebruiken moeten wij ons laten leiden door het concept van een energiepatroon, waarin de aanspraken over een zo breed mogelijke scala van potentiële mogelijkheden zijn verdeeld. Dat betekent niet dat men bepaalde energiebronnen van minder belang zal achten, maar dat zij alle deel zullen uitmaken van een energietableau dat omvangrijker en gevarieerder zal zijn dan de mensheid ooit gekend heeft. Op zonnige breedten zullen wij ons waarschijnlijk meer op zonne-energie kunnen verlaten dan in streken waar de hemel als regel bewolkt is. In gebieden met sterke atmosferische turbulentie zullen wij naar alle waarschijnlijkheid meer profijt kunnen trekken van windkrachtinstallaties dan in kalmere streken. Aan de kust ge-

legen gemeenschappen zullen in hoge mate afhankelijk zijn van het energiepotentieel van de zee – niet alleen van de kracht der getijden, maar ook van de golfenergie en van temperatuurverschillen op uiteenlopende diepten van de oceaan. Maar wat ook het karakter van een bepaald gebied moge zijn – zonnig of bewolkt, bergachtig of vlak, landinwaarts gelegen of aan de kust, wij zullen alle beschikbare energiebronnen van de streek trachten te benutten en liever onze voorkeur verleggen dan onze mogelijkheden in te dammen. In weerwil van onze beste voornemens kunnen er lacunes in het energiepatroon ontstaan, die ons kunnen nopen onze toevlucht te nemen tot energiebronnen, waarvan de afvalstoffen potentiële gevaren in zich bergen. Of de lacunes nu worden opgevuld met nucleaire of met fossiele brandstoffen, wij zullen deze in elk geval met behoedzaamheid dienen te gebruiken en er steeds zorg voor moeten dragen de toepassing van potentieel gevaarlijke energie zoveel mogelijk te beperken.

Deze benadering vereist een herwaardering van de streek waarin een bepaalde gemeenschap zich heeft gevestigd. Wij moeten de mogelijkheden van elk gebied herontdekken en ons zorgvuldig rekenschap geven van het klimaat, de overheersende temperaturen, het windregiem, de seizoeneigenaardigheden, de terreingesteldheid en de vele unieke fysiografische eigenschappen, die het mogelijk maken de ter plaatse beschikbare energiereserves tot de maximale capaciteit te benutten. Wij moeten trachten vast te stellen, hoe deze plaatselijke eigenaardigheden kunnen worden gemodificeerd, om een optimaal „schoon" energiepatroon op te leveren.

Kort en goed: wij moeten „regionalisten" worden – menselijke wezens die niet slechts tot een bepaalde sociale groep behoren, maar ook deel uitmaken van een zeer specifiek natuurlijk milieu, met unieke, eigen plaatselijke mogelijkheden en beperkingen. Werpt men een blik in de toekomst, dan schijnt deze benadering de enige manier om een blijvend evenwicht met onze natuurlijke omgeving tot stand te brengen. Het is de enige manier waarop wij een blijvende industriële beschaving kunnen grondvesten met gebruik van hulpbronnen die in economisch opzicht als onuitputtelijk moeten worden beschouwd – en die geen gevaar opleveren voor de menselijke gezondheid.

Deze benadering brengt evenwel revolutionaire complicaties met zich mee. Een technologie die gebaseerd is op zonnekracht, windkracht en getijdenenergie komt volkomen in strijd met de huidige tendens naar het stedelijke gigantisme. Een grote stad is in onze dagen afhankelijk van reusachtige hoeveelheden brandstoffen – bergen steenkool en oceanen van petroleum. Zonnekracht, windkracht en getijdenkracht kunnen ons echter slechts in bescheiden

„energiepakketjes" bereiken; afgezien van de spectaculaire eb- en vloedcentrales zullen de nieuwe installaties dan ook zelden meer dan enkele duizenden kilowatturen aan energie opleveren. Het is moeilijk te geloven dat wij ooit in staat zullen zijn zonnecollectors te ontwerpen, die ons even reusachtige energiepakketten zullen kunnen leveren als de enorme stoomturbines van conventionele elektrische centrales; even moeilijk is het zich een batterij van windturbines voor te stellen die ons voldoende elektrische energie zouden leveren om het gehele eiland Manhattan te verlichten. Daar waar de huizen en fabrieken zeer dicht bijeen staan, zullen de installaties voor de toepassing van „schone" energiebronnen vermoedelijk slechts speelgoed blijven. Wanneer de omvang van de stedelijke gemeenschappen echter beperkt wordt gehouden, en wanneer deze zoveel mogelijk over het land worden uitgesmeerd, is er geen reden waarom deze installaties niet zouden kunnen worden gecombineerd om zodoende veel meer mensen de gemakken van een geïndustrialiseerde civilisatie deelachtig te doen worden. Om zowel zonne-energie als windkracht en getijdenenergie doelmatig te kunnen aanwenden, moet de megalopool worden gedecentraliseerd. Een geheel nieuw type gemeenschap, zorgvuldig „op maat gesneden" naar de karakteristieke eigenschappen en hulpbronnen van een bepaalde streek, dient op den duur de enorme stedelijke gordels zoals die thans in de Verenigde Staten en elders in volle opbloei zijn, te vervangen.

Gelukkig schijnen wij op het ogenblik nieuwe mogelijkheden tot ontwikkeling te brengen die zich, naar het zich laat aanzien, lenen voor toepassing in een gedecentraliseerde economie. Wij beschikken tegenwoordig over tal van kleinere alternatieven voor de gigantische fabrieken die wij gewoonlijk met het begrip „industrialisatie" associëren. Wij zouden bijvoorbeeld, als wij dat verkozen, kwaliteitsstaal kunnen produceren en walsen met installaties die slechts enkele huizenblokken zouden beslaan; wij kunnen met slechts weinige, zeer veelzijdige machines en immense variatie van goederen produceren, waardoor het aantal industrieën in een gemeente beperkt zou kunnen blijven. Wij kunnen zelfs kleine fabrieken automatiseren met elektronische toestellen, die even efficiënt zijn als de grotere, meer spectaculaire vormen van geautomatiseerde machinerie. In kleine gemeenten kunnen wij lawaaiige, op benzinemotoren lopende voertuigen vervangen door de veel rustiger lopende, meer efficiënte en stellig veel schonere elektrische auto's, waarvan er tegenwoordig vele weer in de mode komen in bepaalde Amerikaanse, Engelse en Franse stadjes. Kortom, wij staan aan de vooravond van een nieuwe stedelijke revolutie, die de magnifieke visioenen van de grote utopisten en

stedebouwkundigen tot een tastbare werkelijkheid zou kunnen maken.

Zonder de eis te stellen van fundamentele veranderingen in de moderne technologie, waarschuwt dr. Francis W. Herring van de Universiteit van Californië dat een regionaal of streekplan een minimum-eis is om de luchtverontreiniging afdoende onder controle te brengen. Dr. Herring windt er geen doekjes om dat zij een voorstandster is van stedelijke decentralisatie. „Decentralisatie van de industrie, met een keuzemogelijkheid tussen diverse soorten huisvesting binnen een redelijke afstand van de arbeidsplaats, zou secundaire steden van toch nog altijd zeer behoorlijke omvang doen ontstaan – mogelijk met 250.000 à 1 miljoen inwoners – die zowel uit psychologisch als uit bestuursoogpunt toch nog duidelijke eenheden zouden vormen. Steden van deze omvang zouden hun eigen kleine universiteiten kunnen hebben en centra van commerciële, culturele en sociale activiteiten kunnen vormen. Daarbij zouden zij omringd en doorsneden kunnen worden door bossen en weiden, welke haar de nodige onaantastbare openheid zouden moeten verschaffen; ook zou men ruimte moeten maken voor boomgaarden en tuinderijen. Heuvels, stranden, baaien, meren, rivieroevers, beken en andere unieke landschappelijke kenmerken zouden ten behoeve van de recreatie dienen te worden geconserveerd. Een de gehele streek omvattend transportstelsel zou alle soorten vervoer dienen te omvatten, om het kostbare snelvervoer te reserveren voor die weinige stadsdelen waar de plaatselijke omstandigheden grote moeilijkheden aan het privé-transport in de weg leggen", aldus de zienswijze van dr. Herring.

In feite zijn er geen bij voorbaat vaststaande maatstaven voor de bevolkingsdichtheid. De bevolking van een gedecentraliseerde gemeente kan tot 250.000 oplopen of zelfs tot een miljoen, maar zo'n gemeente zou ook niet meer dan 25.000 zielen kunnen tellen. De bovenste grens van de bevolkingsaanwas hangt af van de hulpbronnen en de mogelijkheden van de streek waarin de gemeente is gelegen. Ook kunnen wij trachten het Griekse begrip *„polis"* opzij te streven, door een democratie te stichten, gebaseerd op kleine, afgeronde gemeenten met zeer veel sociaal contact tussen de inwoners onderling. Voor de oude Atheners was een stad-staat, waarin men meer dan een dag nodig had om zich van het ene uiteinde naar het andere te begeven, een monstruositeit, daar zij de schaal van de menselijke verhoudingen te boven ging en rechtstreekse communicatie tussen haar inwoners onmogelijk maakte. Deze eis moge de moderne mens absurd voorkomen: het heeft er immers alle schijn van dat wij de problemen van de Atheners hebben overwonnen door revolutionaire transport- en communi-

catiemiddelen te ontwikkelen, zoals de telefoon, de radio, de automobiel en het vliegtuig. Maar hebben deze toestellen werkelijk alle bezwaren tegen de uitgroei van onze steden overwonnen? Zijn er werkelijk geen grenzen aan de verstikking van onze steden en aan de wijze waarop zij zich als olievlekken blijven uitbreiden? Terwijl de lijkwade van de stedelijke „smog" zich van jaar tot jaar verdicht, de problemen van waterverontreiniging en watertekorten zich vermenigvuldigen en ernstige proporties dreigen aan te nemen, de sterftecijfers voor longkanker schokkende niveaus bereiken, en stress en nerveuze spanningen zich in de stedeling ophopen, dienen wij ons af te vragen of de problemen van het stadsleven in de loop der jaren nu eigenlijk kleiner zijn geworden of dat zij juist zijn toegenomen. De eerlijkheid waarmede wij deze vragen beantwoorden en het inzicht waarmede wij deze problematiek tegemoet treden, zouden wel eens beslissend kunnen zijn voor het antwoord op de vraag of onze stedelijke civilisatie zich zal kunnen handhaven of dat zij onder haar eigen gewicht ineen zal zakken en de mens onder haar puinhopen begraven.

Wij moeten snel zijn

door dr. LUTHER L. TERRY
Surgeon General, Public Health Service U. S. Department of Health, Education, and Welfare.
(Directeur-generaal van de Volksgezondheid der Verenigde Staten.)

De problemen van de milieugezondheid zijn in de eerste plaats urgent omdat zij betrekking hebben op de meest fundamentele van alle vragen – de vraag, waarmede duizenden jaren geleden de eerste geleerde werd geconfronteerd – en wel of de mens in staat is zich in de natuurlijke omgeving waarin hij zich geplaatst ziet in het leven te houden. Tegenwoordig draagt dit „milieu" een synthetisch karakter, dat de mens er zelf aan heeft gegeven.

De afgelopen jaren hebben een nieuw tijdperk ingeluid in 's mensen worsteling om zich aan te passen aan de levensgemeenschap waarin hij de dominerende figuur is. Urbanisatie, industrialisatie en wetenschappelijk onderzoek hebben ons geconfronteerd met een grondwaarheid, waarmede men zelfs in de oudheid misschien intuïtief op de hoogte was. Meer dan 2000 jaar geleden zei de epicuristische filosoof Lucretius: „De natuur lost alles weer op in zijn samenstellende elementen, maar zij vernietigt niets". Ovidius zei het aldus: „Alle dingen veranderen, maar niets vergaat".

Dit is de wetenschappelijke waarheid waarvan de menselijke gemeenschap in onze tijd dient uit te gaan in haar benadering van de problemen van lucht- en waterverontreiniging en bij het beramen van maatregelen tegen atoomstraling. Zij manifesteert zich eveneens in de mysterieuze biochemische reacties, die zich in het menselijk lichaam afspelen bij het gebruik van een aantal van al die duizenden nieuwe produkten, en bij de omgang met al die nieuwe werkwijzen die het kenmerk vormen van het moderne industriële leven.

Maar de wetenschappelijke waarheid is tenslotte de band die de wetenschapsman enerzijds meer vrijheid geeft terwijl zij hem anderzijds blijft binden. Als wij ons werkelijk aan deze taak zetten,

kunnen wij ongetwijfeld enigermate optimistisch zijn over de vraag of de mens de milieugevaren die hij met zijn wetenschap heeft gecreëerd ook weer onder controle zal weten te brengen. De noodzaak om dat *snel* te doen springt echter duidelijk naar voren als wij eenmaal onderkennen hoe ontzaglijk belangrijk de zaken zijn die hier op het spel staan. Met al zijn wetenschap is de mens onderworpen aan dezelfde onverbiddelijke natuurwetten, die alle levende dingen regeren. Terwijl andere dieren tengevolge van eeuwenlange veranderingen in hun omgeving zijn uitgestorven, heeft de mens zich niet alleen staande weten te houden, maar het zelfs tot bloei gebracht. Evenmin als voor de andere diersoorten kunnen wij er echter voor de mens van uitgaan dat zijn vermogen om zich aan die omgeving aan te passen geen beperkingen kent.

De urgentie van onze taak wordt verhoogd door het feit dat de problemen zich zo snel vermenigvuldigen. Eenentwintig jaar geleden klaagde geen mens in Los Angeles over smog, en het duurde tot 1947 eer men er iets tegen ging doen. Een jaar of twaalf geleden besteedde San Francisco nog slechts weinig aandacht aan luchtverontreiniging; tegenwoordig beschikt het gebied van San Francisco over een zeer actieve controle-instantie. In 1953 maakte de stad New York haar eerste als zodanig herkende smogperiode mee, die 200 mensenlevens kostte. De stad Washington, mogelijk de minst geïndustrialiseerde Amerikaanse stad van haar omvang, beleefde in juni 1960 haar eerste officieel geregistreerde smogperiode van het Los Angeles-type – in de jaren daarna door verscheidene nieuwe smogaanvallen gevolgd. Men moet hier onwillekeurig denken aan die twee kleine jongens die hun handen stonden te vergelijken. „Mijn handen zijn lekker vuiler dan de jouwe", zei de eerste jongen trots. „Kunst", zei de tweede jongen, „jij bent ook een jaar ouder dan ik".

De bevolking van de Verenigde Staten breidt zich in een nog nimmer vertoond tempo uit. Er zijn thans 190 miljoen Amerikanen en tegen 1975 zullen dat er 235 miljoen zijn. De toename wordt door stedelijke gebieden opgenomen. Wij verwachten dat in 1970 drie van elke vier Amerikanen op slechts 10 percent van het grondgebied der Verenigde Staten zullen wonen. Dat betekent dat een toenemend deel van de afvalprodukten die in de dampkring worden gespuid, in een betrekkelijk klein segment van de totale luchtmassa terecht zal komen.

Er bevinden zich momenteel bijna zes maal zoveel verontreinigingen in de Amerikaanse rivieren, stroompjes en meren als 60 jaar geleden, en deze hoeveelheid neemt nog steeds toe. Een zich uitbreidende bevolking doet enerzijds de behoefte aan vers water stijgen, terwijl zij anderzijds de hoeveelheid afvalwater doet toe-

nemen. De opeenhoping van mensen in de steden vergroot de problematiek van de vuilverwijdering. De toepassing van kunstmest en het gebruik van een groot aantal uiteenlopende nieuwe herbiciden en insecticiden draagt tot de verontreiniging bij. De toegenomen goederenproduktie doet de hoeveelheid gewone organische en anorganische industrie-afvallen stijgen. Nieuwe technologieën produceren nieuwe vormen van afval, die onze huidige vaardigheid om ze onder controle te houden of van gedaante te doen veranderen, te boven gaan. In sommige gevallen zijn wij zelfs niet in staat hun aanwezigheid in onze wateren aan te tonen! Allerlei stoffen die op zichzelf onschuldig zijn, reageren chemisch met andere stoffen en produceren daarbij tal van verderfelijke geurtjes en smaakjes.

Telken jare worden er tegenwoordig meer dan 500 nieuwe chemicaliën en chemische verbindingen in de industrie geïntroduceerd en worden talloze nieuwe werkwijzen ingevoerd. Afgezien van de allergiftigste stoffen verloopt er noodzakelijkerwijs een zekere tijd tussen de introductie van een nieuwe stof of een nieuwe werkwijze en het tijdstip waarop eventuele schadelijke gevolgen kunnen worden vastgesteld. Hoe subtieler de gevolgen, hoe langer het duurt eer deze niet-specifieke uitwerking op de volksgezondheid kan worden geconstateerd. De uitwerking van beroepsmatig contact met bepaalde stoffen manifesteert zich soms eerst na lange tijd en op weinig spectaculaire wijze, zodat zij gemakkelijk kan worden versleten voor een „normaal' aftakelingsproces, dat nu eenmaal bij het ouder worden hoort.

Anders dan bij de besmettelijke ziekten beschikken wij slechts over weinig exacte kennis omtrent hetgeen zich in het menselijk lichaam afspeelt wanneer dit gedurende langere perioden kleine hoeveelheden giftige substanties inademt, met het voedsel opneemt of er alleen mee in aanraking komt.

Wij allen vinden onze inspiratie in het verlangen van onze geest zich te bevrijden, en zich met nobele dingen te verrijken, zodat de mens in harmonie kan leven met diezelfde krachten van de Schepping waarmede hij naar het schijnt op het ogenblik in oorlog is. Wij staan voor de keuze. Aan de ene kant is er het gevaar dat wij een onvoorstelbare disharmonie in de natuur zullen teweegbrengen, die ons uiteindelijk tot slaven zal maken en ons als mensen zal doen ontaarden. Maar ook hebben wij de mogelijkheid ons een omgeving te scheppen die zowel ons eigen leven als dat van de samenleving waarvan wij deel uitmaken kan verrijken. Het is aan *onze* generatie die keuze te maken.

Lijst van voornaamste bronnen

Dit aanhangsel is toegevoegd ten behoeve van die lezers, die zich verder willen verdiepen in specifieke aspecten van de volksgezondheid welke in de hoofdtekst van dit boek worden besproken. In het algemeen heeft de schrijver er de voorkeur aan gegeven populaire werken te citeren in plaats van de wetenschappelijke verhandelingen voor specialisten, die minder gemakkelijk toegankelijk zijn. In vele gevallen waarin geen populaire beschouwingen beschikbaar waren, zag de auteur zich echter gedwongen aan technische werken te refereren.

Hoewel de verwijzingen in vele gevallen de basis vormen van verscheidene pagina's van de hoofdtekst, heeft de auteur telkens slechts die pagina genoemd waar de beschouwing in kwestie in feite begint.

HOOFDSTUK 2: HET URBANISATIEPROBLEEM

p. 5: Voor een voortreffelijke statistische beschouwing over de bevolkingscongestie in New York City zie Leo Srole: *Mental Health in the Metropolis – the Midtown Manhattan Study,* Volume I (New York, McGraw-Hill Book Company, Inc.; 1962), pp. 72-74.

p. 5: John B. Calhoun: 'Population Density and Social Pathology', in: *The Urban Condition,* geredigeerd door Leonard J. Duhl (New York, Basic Books Inc.; 1963), p. 33.

p. 7: Philip M. Hauser: *Population Perspectives* (New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press; 1960), p. 96.

p. 7: *Standard Metropolitan Statistical Areas,* samengesteld door het Bureau of the Budget (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1961).

p. 7: U.S. Bureau of the Census: *Statistical Abstract of the United States: 1960* (Washington D.C.: U.S. Government Printing Office; 1960), pp. 14-15. Het woord 'megalopool' wordt zeer ongedefinieerd gebruikt en kan alles betekenen van 'een zeer grote stad' tot een reusachtige stedelijke gordel. Ik stel hier voor de betekenis te beperken tot een geografisch omlijnde stad met een bevolking van een miljoen of meer.

p. 9: Edward Higbee: *The Squeeze* (William Morrow & Company; 1960), p. 20. Recente wijzigingen in de bouwvoorschriften van New York City schrijven ten aanzien van nieuwe bouwwerken bepaalde maatregelen tegen geluidshinder voor, maar dr. Higbee's opmerkingen gaan nog op

voor vele woningen die in de na-oorlogse 'boom' in de bouwerij tot stand kwamen, en voor die gemeenten die geen voorzieningen tegen geluidshinder eisen.

p. 11: Voor een beschouwing over de chaos in het New Yorkse snel-transport zie men de *Newsletter* van mei 1963 (Special Transit Issue) van het New York City Department of City Planning.

p. 12: Lewis Mumford: *The City in History* (New York: Harcourt, Brace & World, Inc.; 1961), p. 550.

p. 12: Leslie A. Chambers: 'Where Does Air Pollution Come From?' in: *Proceedings, National Conference on Air Pollution, November 18-20, 1958* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1959), p. 35. A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Air* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1963), p. 5.

p. 14: U. S. Public Health Service: *Water Resources Activities in the United States, Pollution Abatement, Select Committee on National Water Resources, United States Senate, 86th Congress, Committee Print No. 9* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1960), p. 19. (Het 'Select Committee on National Water Recources, United Senate', wordt hier verder aangeduid als de Kerr-commissie).

p. 15: U.S. Bureau of the Census: *Statistical Abstract of the United States: 1960* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1960), pp. 16, 58.

p. 15: Richard A. Prindle: *The Disaster Potential of Community Air Pollution,* U.S. Public Health Service, januari 1960.

p. 16: Selwyn D. Collins: *A Review and Study of Illness and Medical Care,* Public Health Monograph No. 48 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1957), p. 46.

p. 17: William Haenzel: *Cancer Morbidity in Urban and Rural Iowa,* Public Health Monograph No. 37 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1956).

p. 17: U.S. Bureau of the Census: *Statistical Abstract of the United States: 1960* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1960), pp. 16, 58.

p. 17: Edmund G. Zimmerer en William Haenzel: *Cancer in Iowa,* Public Health Service Publication No. 466 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1956), pp. 3, 4, 6.

p. 19: U.S. Public Health Service: *A Report of the Committee on Environmental Health Problems,* Public Health Service Publication No. 908 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1962), p. 27.

HOOFDSTUK 3: DE DOOD UIT DE HEMEL

p. 24: Committee on Air Pollution: *Interim Report,* Cmd. 9011 (London: Her Majesty's Stationery Office; 1953), p. 11.

p. 24: Harry Heimann: 'Effects of Air Pollution on Human Health', in: *Air Pollution* (New York: Columbia University Press; 1961), pp. 173-174.

p. 27: G. F. Abercrombie: 'December Fog in London and the Emergency Bed Service', *Lancet,* Vol. 1 (1953), p. 235.

p. 28: Cf. W. P. D. Logan: 'Mortality in the London Fog Incident, 1952', *Lancet*, Vol. 1 (1953), p. 337.

p. 29: Zie voor de sterftecijfers tot januari 1956: Richard A. Prindle: *The Disaster Potential of Community Air Pollution*, U.S. Public Health Service, januari 1960.

p. 29: Voor een gezaghebbend relaas van de 'Maasvallei-episode' zie Harry Heimann: 'Effects of Air Pollution on Human Health', in: *Air Pollution* (New York: Columbia University Press; 1961), pp. 163-175.

p. 30: Bertram Roueché: *Eleven Blue Men* (New York: Berkley Publishing Company; 1953), pp. 171-189.

p. 34: Abraham Ribicoff, verklaring voor een senaatscommissie: *Air Pollution Control: Hearings before a Special Subcommittee on Air and Water Pollution, Committee on Public Works, United States Senate, 88th Congress, 1st Session* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1963), p. 39.

p. 35: John Fry: 'Effects of a Severe Fog on a General Practice', *Lancet*, Vol. 1, 1953, p. 234.

HOOFDSTUK 4: STILLE RAMPEN

p. 36: Richard A. Prindle: *The Disaster Potential of Community Air Pollution*, U.S. Public Health Service, januari 1960.

p. 37: A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Air*, p. 9.

p. 38: Walsh McDermott: 'Air Pollution and Public Health', *Scientific American*, Vol. 205 (1961), p. 47.

p. 39: Harry Heimann: 'Effects of Air Pollution on Human Health', in: *Air Pollution* (New York; Columbia University Press; 1961), p. 187.

p. 40: A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Air* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1963), pp. 4-5.

p. 40: Morris Katz: 'Some Aspects of the Physical and Chemical Nature of Air Pollution', in: *Air Pollution* (New York, Columbia University Press; 1961), p. 129.

p. 41: E. C. Halliday: 'A Historical Review of Atmospheric Pollution', in: *Air Pollution*, p. 15.

p. 41: K. Barker en W. A. MacFarlane: 'Fuel Selection and Utilization', in: *Air Pollution*, pp. 356-358.

p. 41: A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Air*, pp. 32, 35-36.

p. 44: Verklaring van S. Smith Griswold, opgenomen in: *Air Pollution Control: Hearings before a Special Subcommittee on Air and Water Pollution of the Committee on Public Works, United States Senate, 81st Congress, 1st Session*, p. 1420.

p. 46: Harry Heimann: 'Effects of Air Pollution on Human Health', in: *Air Pollution*, p. 177.

p. 48: A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Air*, p. 11.

p. 50: Harry Heimann: 'Effects of Air Pollution on Human Health', in: *Air Pollution*, p. 182.

HOOFDSTUK 5: ZIEKTEN UIT DE LUCHT

p. 52: Marseille Spetz: 'The Hazards of Diesel and Automotive Exhausts to the Extremely Susceptible Person', in *Proceedings, National Conference on Air Pollution,* December 10-12, 1962 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1963), pp. 84-85.

p. 52: Thernon G. Randolph: *Human Ecology and Susceptibility to the Chemical Environment* (Springfield, Ill.: Charles C. Thomas; 1962), pp. 35-36.

p. 53: H. W. Phelps: 'Air Pollution Asthma Among Military Personnel in Japan', in: *Journal of the American Medical Association,* Vol. 178 (1961), p. 990.

p. 55: L. D. Zeidberg: 'The Nashville Air Pollution Study: II. Pulmonary Anthrocosis as an Index of Air Pollution', *American Journal of Public Health,* Vol. 53 (1963), p. 185.

p. 56: A. Ciocco en D. J. Thompson: A Follow-Up of Donora Ten Years After: Methodology and Findings', in: *American Journal of Public Health,* Vol. 51 (1961), p. 155.

p. 57: R. A. Prindle: 'Comparison of Pulmonary Function and Other Parameters in Two Communities with Widely Different Air Pollution Levels', in: *American Journal of Public Health,* Vol. 53 (1963), p. 200.

p. 58: 'Physician's Guide to Air Pollution', in: *Journal of the American Medical Association,* Vol. 189 (1963), p. 608.

p. 60: D. D. Reid en A. S. Fairbairn: 'Natural History of Chronic Bronchitis', *Lancet,* Vol. 1 (1958), p. 1147. A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Air,* p. 14.

p. 60: S. M. Farber en R. H. L. Wilson: 'Air Contamination: A Respiratory Hazard', in: *Journal of the American Medical Association,* Vol. 180 (1962), p. 363.

p. 61: *Emphysema – When the Breath of Life Falters* (New York: Public Affairs Committee, Inc.; 1962), p. 5.

p. 61: A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Air,* p. 16

p. 62: H. E. Hilleboe: *The Health and Economic Aspects of Air Pollution* (New York State Department of Health, 1959), p. 4.

p. 67: Cf. Robert E. Eckardt: *Industrial Carcinogens* (New York, Grune & Stratton; 1959), pp. 61-65.

p. 69: E. L. Wynder en D. Hoffmann: 'Air Pollution and Lung Cancer', in: *Proceedings, National Conference on Air Pollution, December 10-12, 1962,* p. 144.

p. 69: R. A. Prindle: *The Disaster Potential of Community Air Pollution.*

p. 69: British Empire Cancer Campaign: *Thirty-Third Annual Report* (Londen; 1955). Zie ook: S. M. Farber en R. H. L. Wilson: 'Air Contamination: A Respiratory Hazard', in: *Journal of the American Medical Association,* Vol. 180 (1962), p. 363.

p. 71: Voor een belangwekkende beschouwing over Kotins cijfers zie men W. C. Hueper: *A Quest into the Environmental Causes of Cancer of the Lung,* U.S. Public Health Service Public Health Monograph No. 36 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1966), pp. 6-8.

HOOFDSTUK 7: KOEL, VERFRISSEND EN – SMERIG

p. 106: Mitchell Gordon: *Sick Cities* (New York: The Macmillan Co.; 1963), p. 84.
p. 107: U.S. Public Health Service: *Water Resources Activities in the United States: Pollution Abatement, Kerr Committee Print No. 9,* p. 31.
p. 112: A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Water* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1960), p. 2.
p. 117: M. D. Hollis: 'The Water Pollution Image', in: *Proceedings, The National Conference on Water Pollution, December 12-14, 1960* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1961), p. 32.
p. 119: L. W. Weinberger: *Statement on Detergents and Water Pollution* (U.S. Public Health Service Document; 1963). R. J. Anderson: *Airs, Waters and Places – and the Psysician* (U.S. Public Health Service Document; 1962).
p. 120: G. E. McCallum en B. B. Berger: *New Dimensions in Water Pollution Research* (U.S. Public Health Service Document; 1961), p. 3.
p. 122: *Radiation Protection Criteria and Standards: Their Basis and Use: Hearings before the Special Subcommittee on Radiation of the Joint Committee on Atomic Energy, Congress of the United States, 86th Congress, 2nd Session* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1960), pp. 381-382, 389, 393-394.
p. 122: Rachel Carson: *Dode Lente* (H. J. W. Becht's Uitgeversmaatschappij N.V., Amsterdam), p. 33.
p. 122: C. Cottam: 'Pesticides and Waters Pollution', in: *Proceedings, The National Conference on Water Pollution, December 12-14, 1960,* pp. 230-231.
p. 125: John Snow: 'On the Mode of Communication of Cholera' (Londen, 1849), in bekorte vorm in *Curiosities of Medicine*, geredigeerd door Berton Roueché (New York: Berkley Publishing Corp.; 1964), p. 57. William L. Langer: 'The Black Death', *Scientific American,* Vol. 210 (1964), pp. 115-116.
p. 128: Gegevens gebaseerd op H. F. Eichenwald: *Viral Hepatitis: Clinical and Public Health Aspects,* Public Health Service Publication No. 435 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1960).
p. 130: D. C. Poskanzer en W. G. Beadenkopf: 'Waterborne Infectious Hepatitis Epidemic From a Chlorinated Municipal Supply', in: *Public Health Reports,* Vol. 76 (1961), p. 745.
p. 131: R. J. Anderson: *Airs, Waters and Places – and the Physician* (U.S. Public Health Service Document; 1962).
p. 134: Gegevens gebaseerd op W. C. Hueper: 'Cancer Hazards From Natural and Artificial Water Pollutants', in: *Proceedings, Conference on Physiological Aspects of Water Quality* (Washington, D.C.: U.S. Public Health Service; 1960).
p. 137: R. F. Foster: 'Research and Development Programs Related to the Disposal of Reactor Effluent to the Columbia River', in: *Industrial Radioactive Waste Disposal: Hearings before the Special Subcommittee of Radiation of the Joint Committee on Atomic Energy, Congress of*

the United States, 86th Congress, 1st Session (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1959), Vol. 2, p. 1028.

p. 137: Ik ben dank verschuldigd aan dr. Hueper voor de Nederlandse gegevens, geciteerd als: J. C. Diehl en S. W. Tromp: 'First Report on the Geographical and Geological Distribution of Carcinoma in the Netherlands', *Stichting ter Bevordering van de Psychische Physica* (Leiden, 1953), p. 1200.

HOOFDSTUK 9: LEVEN OP ONZE ZENUWEN

p. 141: Lewis Mumford: *The Culture of Cities* (New York; Harcourt, Brace and Company; 1938), p. 249.

p. 141: 'Het is een erkend feit dat neurosen tot ontwikkeling komen wanneer zijn omgeving het iemand onmogelijk maakt de doeleinden en ambities te verwezenlijken waarvan hem in zijn jeugd geleerd is dat ze binnen zijn bereik zijn, als hij er maar ernstig naar streeft', aldus merkt dr. Edward Higbee op. 'Jegens elke man die zich geheel heeft gebonden aan het milieu van de grote stad, heeft deze stad de verplichting om het goede leven dat zij zegt te kunnen verschaffen ook werkelijk binnen zijn bereik te brengen. Doet zij dat niet, dan bestaat de mogelijkheid dat zij uiteindelijk een plaats voor hem zal moeten reserveren in een zenuwinrichting'. Edward Higbee: *The Squeeze*, p. 10.

p. 142: William N. Christenson en Laurence E. Hinkle Jr.: 'Differences in Illness and Prognostic Signs in Two Groups of Young Men', in: *Journal of the American Medical Association*, Vol. 177 (1961), p. 247.

p. 144: Zie Norman A. Scotch: 'Sociocultural Factors in the Epidemiology of Zulu Hypertension', in: *American Journal of Public Health*, Vol. 53 (1963), p. 1205.

p. 145: Flanders Dunbar: *Mind and Body: Psychosomatic Medicine* (New York; Random House; 1955), pp. 163-165.

p. 146: Cf. Brian Inglis: *Emotional Stress and Your Health* (New York: Collier Books; 1962), p. 30.

p. 149: Ray H. Rosenman: *The Western Collaborative Group Study: A Study of Predictive Factors in the Occurrence of Coronary Heart Disease (Interim Report)*, released by the American Heart Association October 26, 1963 (New York).

p. 152: Cf. Alton Blakeslee en Jeremiah Stamler: *Your Heart has Nine Lives* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc.: 1963), pp. 135-136.

p. 154: Henry I. Russek: 'Emotional Stress and Coronary Heart Disease in American Physicians, Dentists and Lawyers', in: *American Journal of the Medical Sciences*, Vol. 243 (1962), p. 716.

HOOFDSTUK 10: ZO RAAKT MEN DE KLUTS KWIJT

p. 157: Leo Srole: *Mental Health in the Metropolis: The Midtown Manhattan Study* (New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.; 1962).

p. 158: Ernest M. Gruenberg: 'A Survey of Mental Health in New York Raises Important Issues of Methodology', in: *Scientific American*, Vol. 207 (1962), p. 166.

p. 159: Richard J. Plunkett en John E. Gordon: *Epidemiology and Mental Illness* (New York: Basic Books, Inc.; 1960), p. 5.

p. 160: Gerald Gurin: *Americans view their Mental Health* (New York: Basic Books Inc.; 1960).
p. 161: Joint Commission on Mental Illness and Health: *Action for Mental Health* (New York, Science Editions; 1961), pp. 97-98.
p. 162: Jean Gottmann: *Megalopolis* (New York: The Twentieth Century Fund; 1961), p. 5.
p. 164: Voor een overzicht van 'Stirling County' zie men Dorothea C. Leighton: *The Character of Danger* (New York: Basic Books, Inc.; 1963), p. 399.
p. 164: C. C. Hughes: *People of Cove and Woodlot* (New York: Basic Books, Inc.; 1960), pp. 96, 244-275.
p. 165: J. W. Eaton en R. J. Weil: *Culture and Mental Disorders* (Glencoe, Ill.: The Free Press; 1955), pp. 208-209.
p. 169: J. Dyckman: 'The Changing Uses of the City', in: *The Future of the Metropolis*, onder redactie van L. Rodwin (New York: George Braziller; 1961), p. 165.

HOOFDSTUK 11: DE VERSTARDE STEDELING

p. 171: Hans Kraus en Wilhelm Raab: *Hypokinetic Disease* (Springfield, Ill.: Charles C. Thomas; 1961), pp. 3-4.
p. 179: J. N. Morris: 'Coronary Heart Disease and Physical Activity of Work', *Lancet* (1953), p. 1053.
p. 179: D. Brunner en G. Manelis: 'Myocardial Infarction Among Members of Communal Settlements in Israel', in: *Lancet*, Vol. 273 (1957), p. 1072.
p. 180: A. Blakeslee en J. Stamler: *Your Heart Has Nine Lives*, p. 116.
p. 181: Hans Kraus en Wilhelm Raab: *Hypokinetic Disease* (Springfield, Ill.: Charles C. Thomas; 1961), p. 116.

HOOFDSTUK 12: DE WEG DIE VOOR ONS LIGT

p. 188: The President's Materials Policy Commission: *Resources for Freedom*, Vol. V (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1952), p. 88.
p. 189: U.S. Public Health Service: *Water Resources Activities in the Unites States, Pollution Abatement, Kerr Committee Print No. 9*, p. 20.
p. 191: *Man under Stress* (University of California San Francisco Symposium brochure; november 1963), p. 7.
p. 191: Jean Gottmann: *Megalopolis*, pp. 679-681, 732-733.
p. 192: A. Rihm Jr.: *Air Pollution and Urban Planning*, p. 15.
p. 195: Jean Gottmann: *Megalopolis*, pp. 680-681.
p. 199: A. J. Haagen-Smit: 'The Control of Air Pollution', in: *Scientific American*, Vol. 210 (1964), p. 29.
p. 203: R. A. Kehoe: 'Human Health and the Modern Environment', in: *Proceedings, 'Man Versus Environment'* (Washington, D.C.: U.S. Public Health Service; 1959), p. 8.
p. 203: R. Eliassen: 'Research and Treatment Technology', in: *Proceedings, National Conference on Water Pollution, December 10-14, 1960*, p. 456.
p. 204: A Staff Report to the Committee on Public Works, United States Senate: *A Study of Pollution – Water*, p. 1.

p. 205: Surgeon General: 'Environment Health', in *Report on Environmental Health Problems: Hearings before the Subcommittee of the Committee on Appropriations, House of Representatives, 86th Congress, 2nd Session* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1960), p. 6.

HOOFDSTUK 13: WAT ZAL DE TOEKOMST BRENGEN?

p. 207: Verklaring van J. K. Carr, *Development, Growth and State of the Atomic Energy Industry: Hearings before the Joint Committee on Atomic Energy, Congress of the United States, 88th Congress, 1st Session* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 1963), pp. 92, 93.

p. 208: Zie J. M. Stagg: 'Atmospheric Contamination and Climatic Stability', *New Scientist,* Vol. 23 (1964), pp. 627-628.

p. 209: E. Howard: *Garden Cities of Tomorrow* (London: Faber and Faber; 1945), p. 17.

p. 209: Deze uiteenzetting is gebaseerd op een groot aantal artikelen, beschouwingen en boeken over de technologische toepassingen van zonne-energie. Zie voor een begrijpelijke, populair-wetenschappelijke samenvatting van het onderwerp: D. S. Halacy Jr.: *The Coming Age of Solar Energy* (New York, Harper & Row, 1963); U.N. Department of Economic and Social Affairs: *New Sources of Energy and Energy Development: Report on the United Nations Conference on New Sources of Energy, Rome, 21 to 31 August 1961* (New York: United Nations; 1962), pp. 33-44.

p. 211: Voor windkracht zie men: The President's Materials Policy Commission: *Resources for Freedom,* Vol. IV, p. 218; U.N. Department of Economic and Social Affairs: *New Sources of Energy and Energy Development: Report on the United Nations Conference on New Sources of Energy, Rome, 21 to 31 August 1961*, pp. 28-32.

p. 213: Zie voor het laatste rapport over de uitvoerbaarheid van dit plan: Passamaquoddy-Saint John River Study Committee: *Supplement to July 1963 Report, The International Passamaquoddy Tidal Power Project and Upper Saint John River Hydro-electric Power Development* (Washington, D.C.: U.S. Department of Interior; augustus 1964).

p. 217: F. W. Herring: 'Effects of Air Pollution on Urban Planning and Development', in: *Proceedings, National Conference on Air Pollution, December 10-12, 1962,* p. 196.

Zie voorts ten aanzien van de problemen van de toenemende verstedelijking, in het bijzonder in Nederland: Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen: *De Mens in Dichte Pakking,* Symposium gehouden op 20 en 21 juni 1966 te Amsterdam, N.V. Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, Amsterdam (1966).

Register

Wat gebeurt er nadat onze van energie bruisende industriële agglomeraties de zuivere buitenlucht hebben opgeslorpt, en daarop als tegenprestatie verderfelijke giffen uitspuwen? Is de samenleving er zich van bewust wat het betekent wanneer duizenden tonnen afval in rivieren en kanalen wordt geloosd en het drinkwater dat daaruit verkregen moet worden op deze manier in sterke mate wordt verontreinigd?
Wat is het gevolg als miljoenen, over de gehele wereld verspreid wonenden, in de Verenigde Staten, in onze eigen streken, worden samengeperst binnen de periferie van steeds grotere, 'onbewoonbaar' wordende steden, waar de spanning voelbaar is, omdat het levenstempo er constant wordt opgevoerd?
Wat zegt men ervan dat in de komende jaren een op de tien inwoners van Amerika's 'stikkende steden' onder die last zal bezwijken en in een zenuwinrichting belanden? Staan de grote steden werkelijk voor een massale ineenstorting? En bedreigt deze ook Nederland — straks misschien 'de grootste stad ter wereld'? Dit zijn enkele van de punten die in deze schokkende beschouwing over de ontwikkeling van enkele sinistere aspecten van onze samenleving onder de loep worden genomen.
De mens van onze tijd is er aan gewend om geschokt te worden, dag in, dag uit. Maar hier gaat het niet om de sensatie. Hier worden u feiten voorgelegd, keiharde feiten, waar wij niet omheen kunnen. Geruisloos sluipt de bedreiging naderbij en omstrengelt u, fabrieksrook, dampen, stof, mist en giftige gassen, dringen tot in ieder hoekje van ons leven, binnens- en buitenshuis, door en vormen een gevaar voor onze gezondheid. Het is in Amerika en Londen voorgekomen dat de vergiftigde lucht plotseling dichttrok, waarop de dood door de straten ging, links en rechts mannen, vrouwen en kinderen vellend, het leven tot stilstand brengend. Geen van de industriesteden ontkomt aan deze bedreiging. Denken wij aan wat zich in Vlaardingen afspeelde!
Een even groot gevaar als de luchtvervuiling is die van het water. Epidemieën kunnen er het gevolg van zijn. Vissen sterven bij duizenden. Stranden komen verlaten te liggen, het reeds schaarse recreatiegebied daardoor nog verder beperkend.
De directe schade door de vervuiling aangericht is niet te meten, omdat deze bedreiging zo ongezien en geruisloos te werk gaat. Wij allen dienen dit probleem tegemoet te treden. Dit wordt duidelijk wanneer de schrijver u met de afschrikkende feiten confronteert, tegelijk praktische en uitvoerbare suggesties doende om in ieder geval enige verlichting te brengen.
In dit boek wordt u met de neus op de angstwekkende problematiek van de 'stikkende steden' gedrukt. Het is uw plicht en die van uw gezin en omgeving om er grondig kennis van te nemen.

Aan de luchtverontreiniging in Nederland, waar de dreiging niet minder groot is, wordt in dit boek een apart hoofdstuk gewijd. Dit is van de hand van ir. L. J. Brasser, hoofd Afdeling Buitenlucht van het Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O.